WFB-800

微机发电机变压器组

成套保护装置

使用说明书

2003．10

许继电气保护及自动化事业部

技术支持电话：（0374）-3212353
技术支持传真：（0374）-3212251
E-mail: xjzsbbh@xjgc.com

2003.10 第三次印刷 ver:2.2

目　　录

WFB-800 系列微机发电机变压器组成套保护装置

1 概述

WFB-800 微机发变组保护装置由交流变换插件，采保插件，CPU 插件，出口插件，开入开出插件，信号插件，通讯插件及稳压电源插件等构成，适用于大、中、小型容量的发变组保护。

WFB-800 系列保护装置由大屏幕 320×240 彩色液晶显示屏作为管理机负责人机对话及全部信息处理，可与电厂综合自动化监控系统相联，并通过监控系统实现对保护的管理。

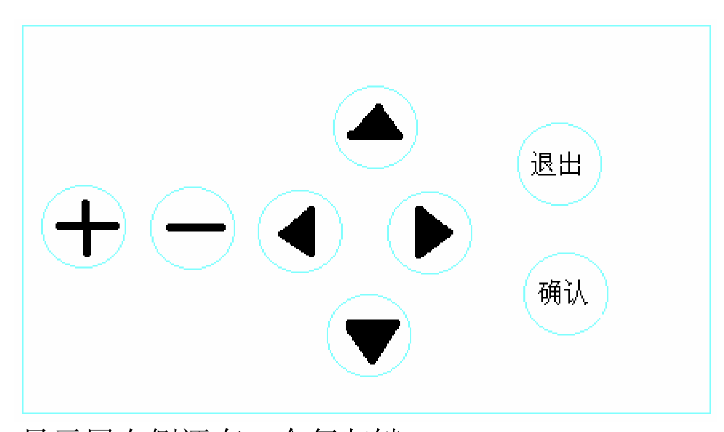
该使用说明书详细介绍了管理机的使用及操作说明，各种保护性能的调试，最后对运行维护及故障维修作了介绍。

该使用说明书与技术说明书配套使用，可用于指导装置出厂前调试及用户现场安装调试。

2 人机接口使用说明(以 WFB-802 微机发变组保护装置为例)

2.1 键盘与显示器

人机接口采用大屏幕 320×240 彩色液晶显示屏，显示屏下方有一个 8 键键



盘（如下图），显示屏右侧还有一个复归键。

键盘中各键功能如下：

↑ 键：命令菜单选择，显示换行，或光标上移

↓ 键：命令菜单选择，显示换行，或光标下移

→ 键：光标右移

← 键：光标左移

\+ 键：数字增加选择

\- 键：数字减小选择

退出键：命令退出返回上级菜单或取消操作

确认键：菜单执行及数据确认

复归键：复归告警及动作信号

在装置上电或复位后，管理机将自动搜寻各个保护模块，并与管理机内的保护模块注册表进行比较，如果当前登记的模块是新插入的模块，则需通过键盘对此模块进行模块号设定。

▲注意：在每次插入新模块后，必须对新模块进行模块号设定。

2.2 主菜单

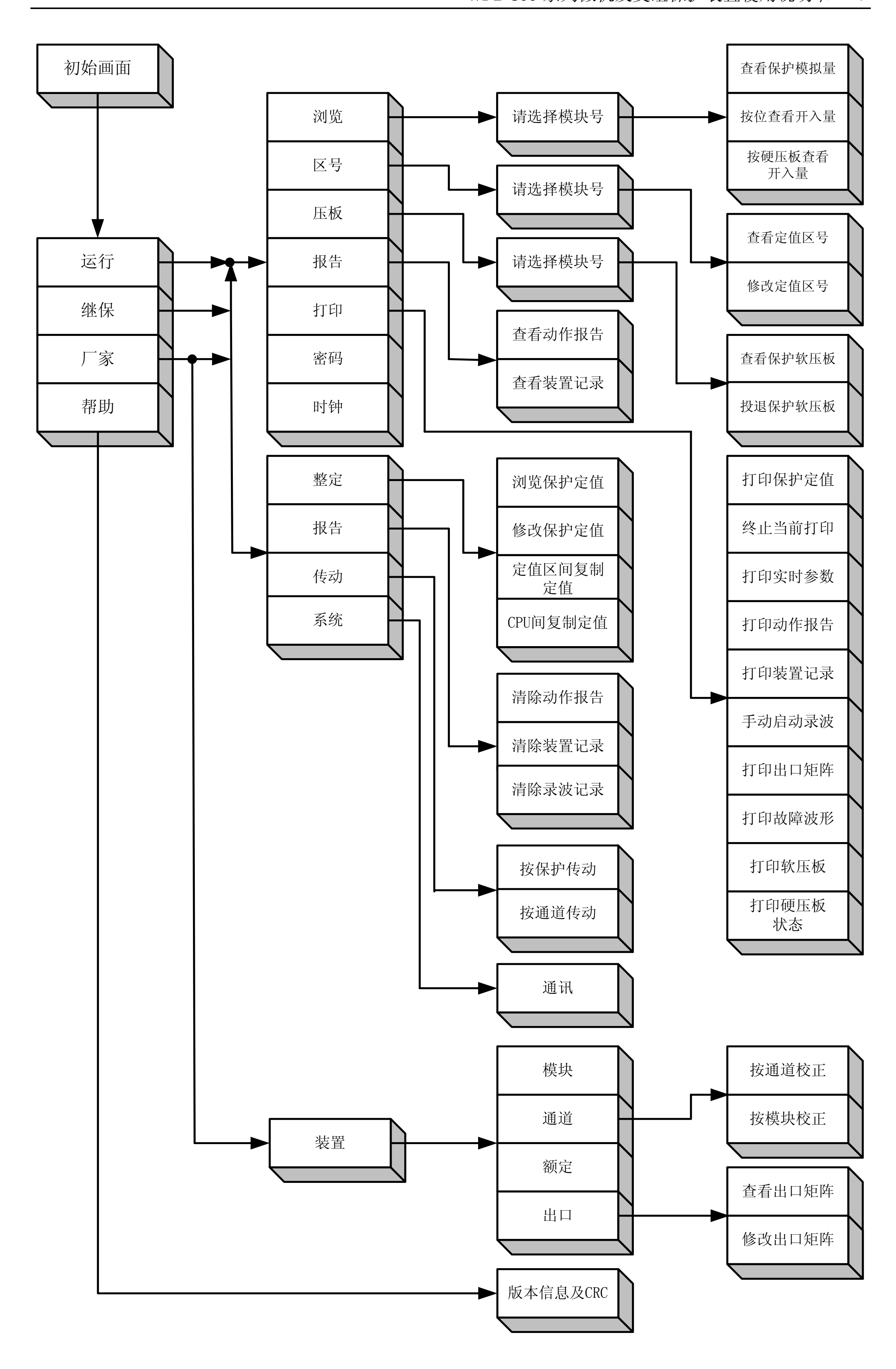
装置上电或复位后正常运行所显示的主菜单如下：



在每一级菜单中，当前选中的选项的图标及其下面的简短文字说明的背景色都变成高亮的蓝色并且文字说明的下方多加一个白色的下划线，按“↑”、“↓”、“→”、“←”键可以改变当前选项，而在显示屏最下方的显示区则显示当前选项的解释说明，例如：

[运行]：运行人员监视。

主菜单采用如下的树型目录结构：



在树型结构的每一级菜单中，按下“**退出**”键可以返回上一级菜单，按下“**确**

认”键可以进入下一级菜单。

在菜单选项或显示数据过多的情况下将采用滚动显示的方法，显示屏的最右侧将出现“↑”和“↓”两个图标，按“↑”键及“↓”键使屏幕分别向上及向下滚动。如果屏幕右侧只出现“↓”图标则表示本屏为滚动显示的第一屏，如只出现“↑”则表示本屏为滚动显示的最后一屏。

装置主菜单共有 4 个选项，包括运行、继保、厂家、帮助。

运行：运行人员监视，其下的具体内容为：

浏览：查看实时运行参数，按位、按硬压板查看开入量。

区号：查看及修改定值区号。

压板：查看及投退保护软压板。

报告：查看保护动作报告及保护装置记录。

打印：打印保护定值、保护实时运行参数、保护动作报告、装置记录、出口矩阵、故障波形、保护软压板、保护硬压板状态，终止当前打印及手动启动录波等。

密码：修改系统密码。

时钟：修改系统时钟。

继保：继保维护操作，除了包括运行菜单中的内容外，还提供以下内容：

整定：浏览及修改保护定值，定值区间复制定值，CPU 间复制定值。

报告：清除保护动作报告、装置记录及保护录波记录。

传动：按保护传动和按通道传动。

系统：设置密码、时钟和通讯参数。

厂家：厂家设置调试，除了包括继保菜单中的内容外，还提供以下内容：

压板：除按保护查看及投退软压板外，还可按模块统一投退软压板。

装置：包括设置模块号码、校正通道系数、整定通道额定值及查看修改出口矩阵。

帮助：查看帮助信息，包括装置版本及 CRC 码说明等。

2.3 主菜单功能使用说明

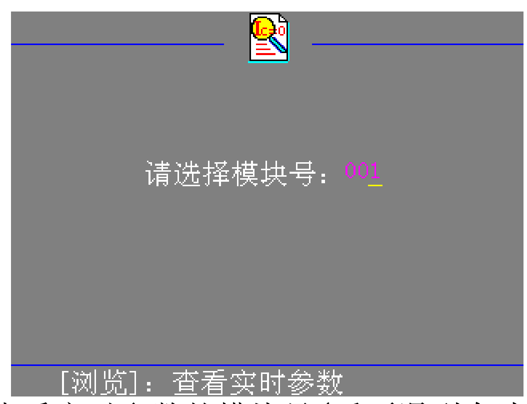
2.3.1 运行：运行人员监视

移动光标到“运行”处，按“**确认**”键后，显示如下图：

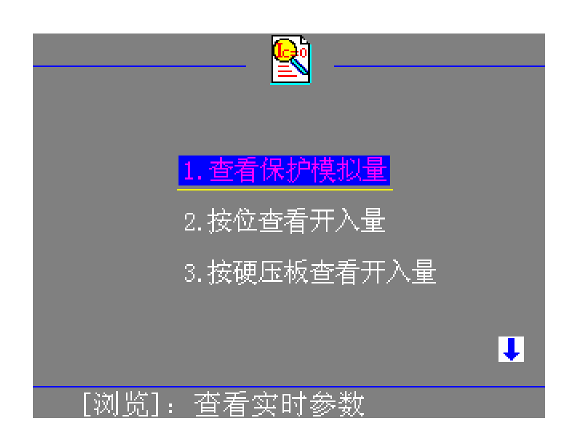


2.3.1.1 浏览：查看实时参数

移动光标到“浏览”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需查看实时参数的模块号(**后面遇到有选择模块号时均以模块 1 为例，其它模块与模块 1 的操作方法相同**)。选定模块号后按“**确认**”键，显示如下图：

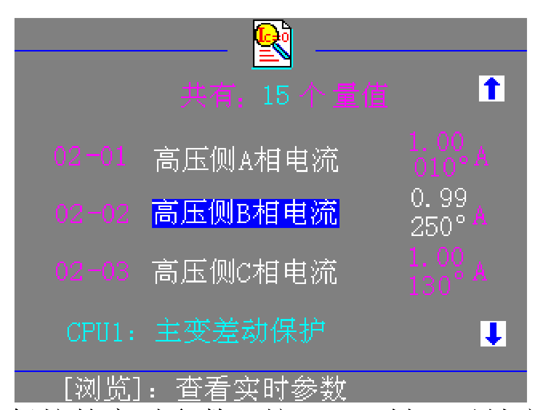


◆ 查看保护模拟量

移动光标到“1.查看保护模拟量”处，按“**确认**”键后，显示如下图：



移动光标到需查看实时参数的保护，选定保护后（以查看差动保护实时参数为例），按“**确认**”键，进入“显示实时运行参数”对话框，如下图：



移动光标到所选保护的实时参数，按“＋”键可以锁定显示的参数为某同一时刻的数据，按“－”键显示实时更新的数据。该项功能用于实时监视保护运行数据。按“**退出**”键返回到上一级子菜单。

◆ 按位查看开入量

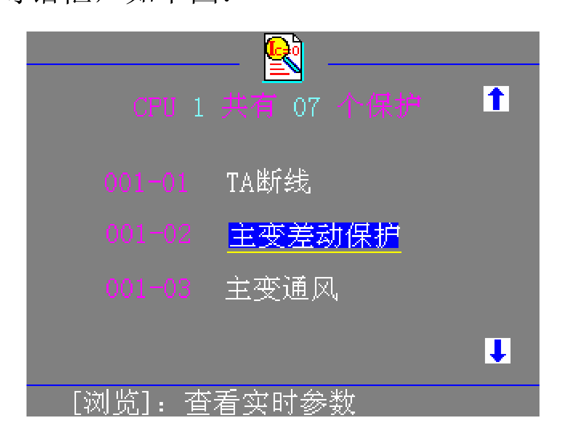
移动光标到“2.按位查看开入量”处，按“**确认**”键后，显示如下图：



状态为“0”时表示相应的开入位未投入，状态为“1”时表示相应的开入位已投入。按“**退出**”键返回到上一级子菜单。

◆ 按硬压板查看开入量

移动光标到“3.按硬压板查看开入量”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护名称”对话框，如下图：



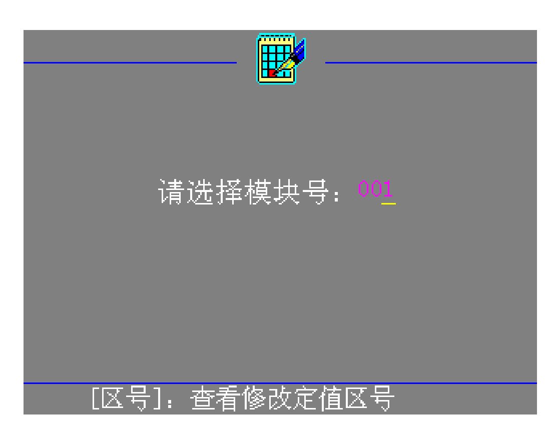
选择需查看开入量状态的保护(以查看差动保护开入量状态为例)，选定保护后按“**确认**”键，进入“显示保护硬压板状态”对话框，如下图：



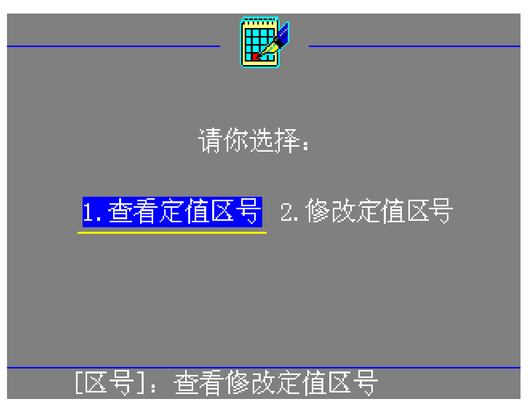
状态为“×”时表示相应的硬压板未投入，状态为“√”时表示相应的硬压板已投入。按“**退出**”键返回到上一级子菜单。

2.3.1.2 区号：查看修改定值区号

移动光标到“区号”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，显示如下图：

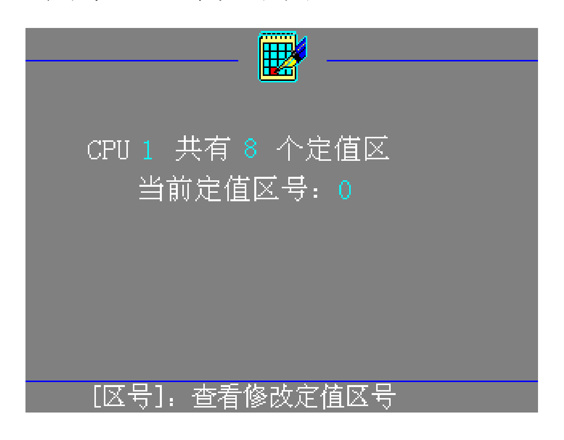


按+/-键选择需查看定值区号的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示如下图：



◆ 查看定值区号

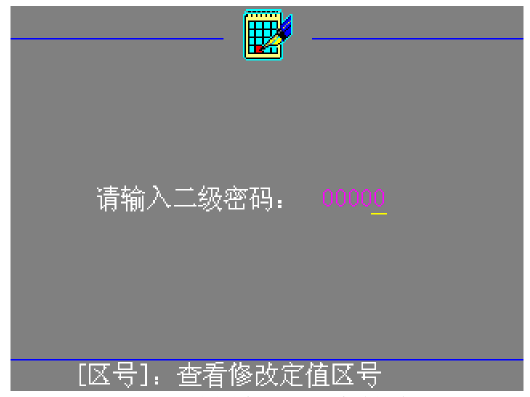
移动光标到“1.查看定值区号”处，按“**确认**”键后，进入“显示当前保护区号”对话框，显示如下图：



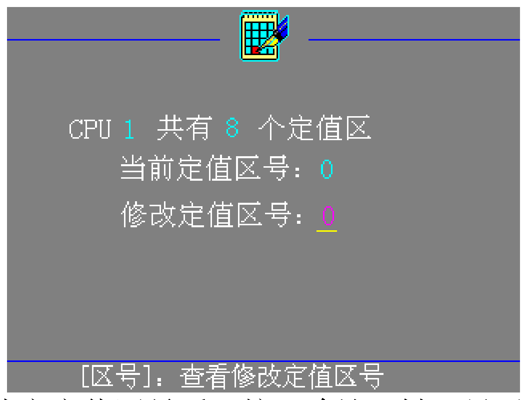
该选项的功能是查看所选模块当前投入使用的定值区，每个保护模块共有 0～7 共 8 个定值区。按“**退出**”键返回到上一级子菜单。

◆ 修改定值区号

移动光标到“2.修改定值区号”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，显示如下图：



按+/-键及“→”、“←”键输入正确的密码。然后按“**确认**”键，进入“修改定值区号”对话框，如下图：

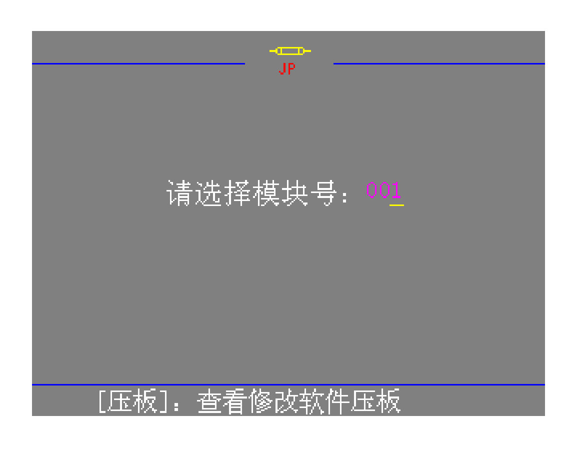


按+/-键选定定值区号后，按“**确认**”键，显示“OK，区号已修改!”，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 定值区号修改成功”，可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。按“**退出**”键返回到上一级菜单。该选项的功能是用来修改所选模块当前投入使用的定值区，每个保护模块共有 0～7 共 8 个定值区可供切换。

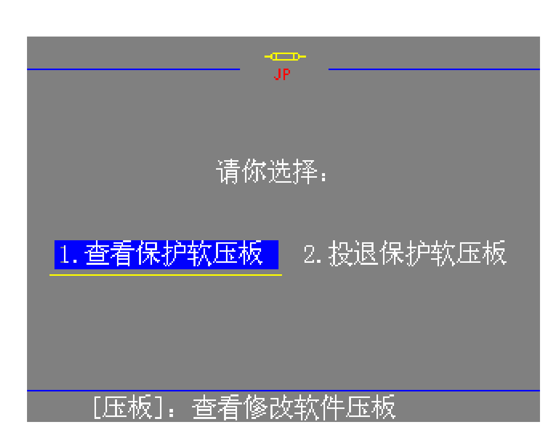
注意：由于变压器运行方式一般不会改变，用户一般不宜切换保护装置定值区。

2.3.1.3 压板：查看修改软件压板

移动光标到“压板”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：

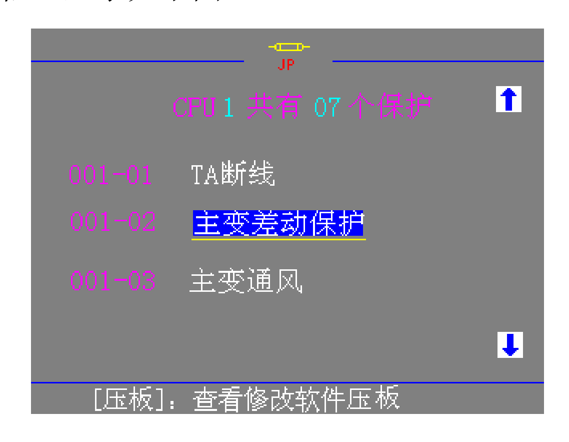


按+/-键选择需查看软件压板的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示如下图：

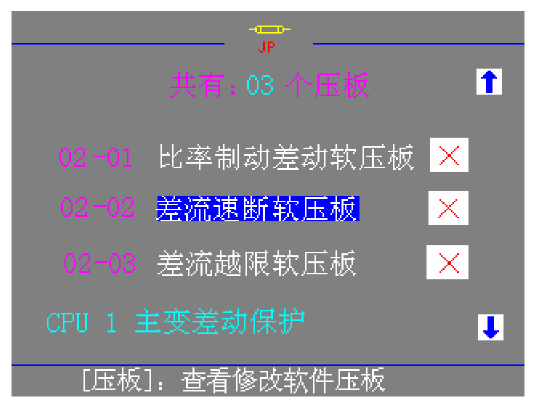


◆ 查看保护软压板

移动光标到“1.查看保护软压板”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护名称”对话框，显示如下图：



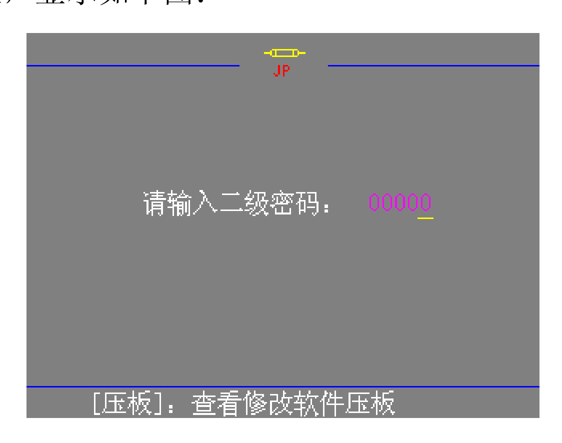
选择需查看软件压板的保护，选定保护后（以查看差动保护的软件压板为例）按“**确认**”键，进入“显示软压板”对话框，如下图：



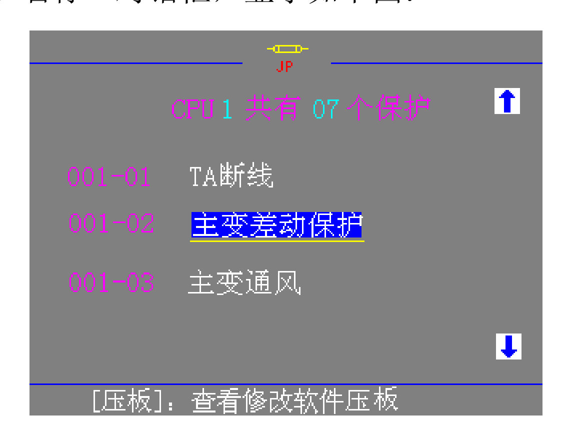
软压板状态为“×”时表示相应的保护软压板未投入；状态为“√”时表示相应的保护软压板已投入。按“↓”“↑”键滚动显示所选保护的软压板，按“**退出**”键返回到上一级菜单。该项功能用于显示保护软压板的投退状态。

◆ 投退保护软压板

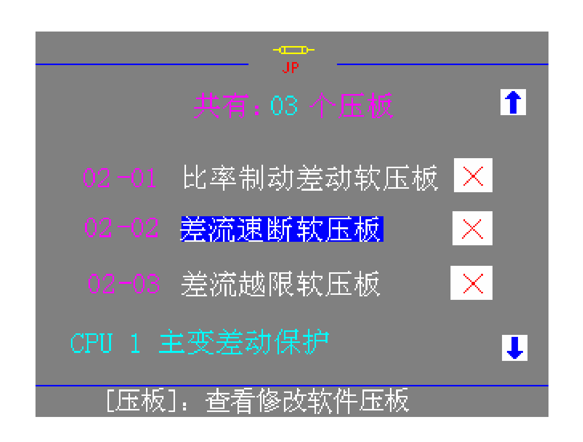
移动光标到“2.投退保护软压板”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，显示如下图：



按+/-键及“→”、“←”键输入正确的密码。然后按“**确认**”键，进入“选择保护名称”对话框，显示如下图：



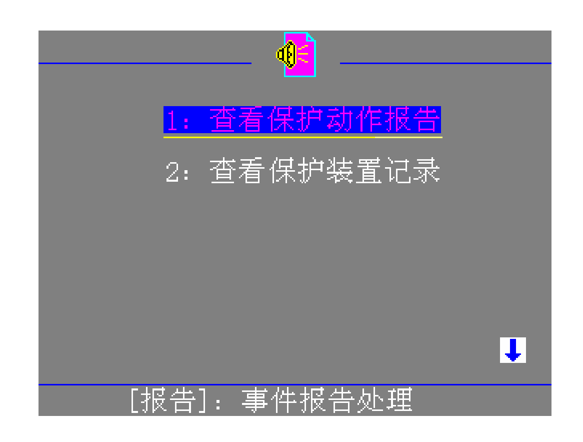
选择需修改软件压板的保护，选定保护后（以修改差动保护的软件压板为例）按“**确认**”键，进入“修改保护软压板”对话框，如下图：



移动光标到需修改的软件压板处，按+/-键改变所选软件压板的投退状态，然后按“**确认**”键，显示“OK,压板已固化！”，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 比率制动差动投退退出/CPU1 差流速断投退退出/CPU1 差流越限投退退出”，可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。修改完毕后自动返回到上一级菜单。该项功能用于修改保护软压板的投退状态。

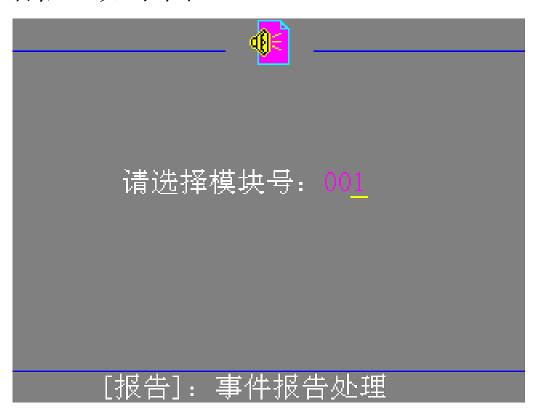
2.3.1.4 报告：事件报告处理

移动光标到“报告”处，按“**确认**”键后，显示如下图：

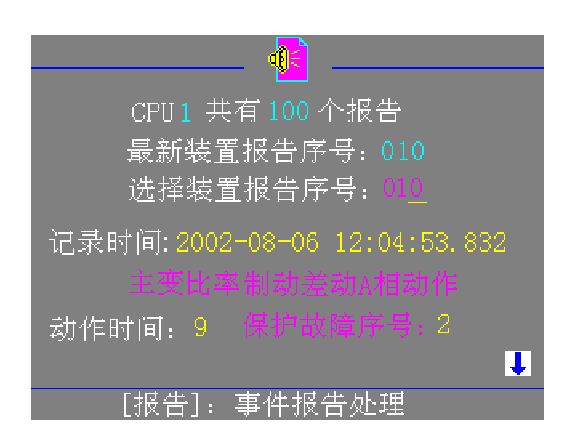


◆ 查看保护动作报告

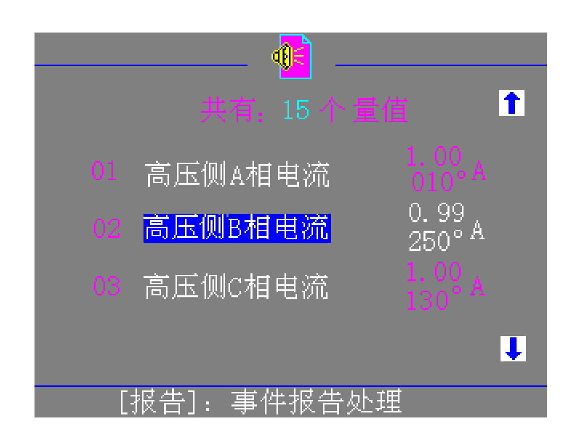
移动光标到“1：查看保护动作报告”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需查看动作报告的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择保护报告序号”对话框，如下图：



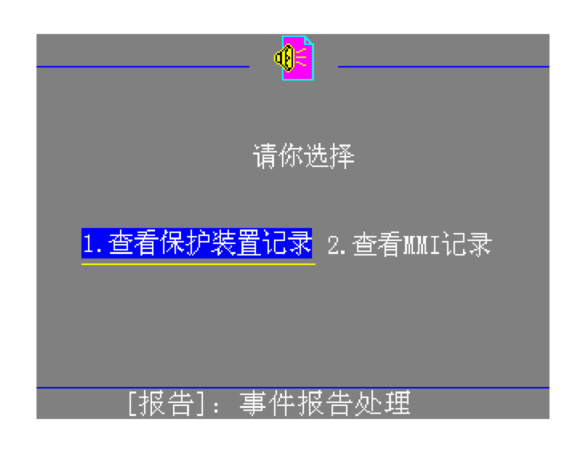
按+/-键选择需查看动作报告的序号。选定序号后按“↓”键或“**确认**”键，进入“保护动作量值”对话框，如下图：



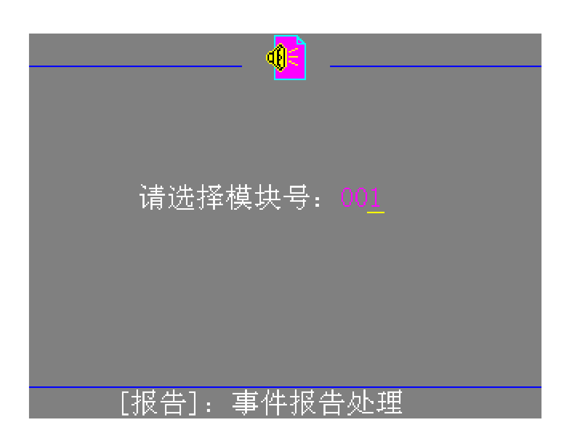
移动光标到需查看的动作量值。按“**退出**”键返回到上一级菜单。该项功能用于查看保护动作报告。

◆ 查看保护装置记录

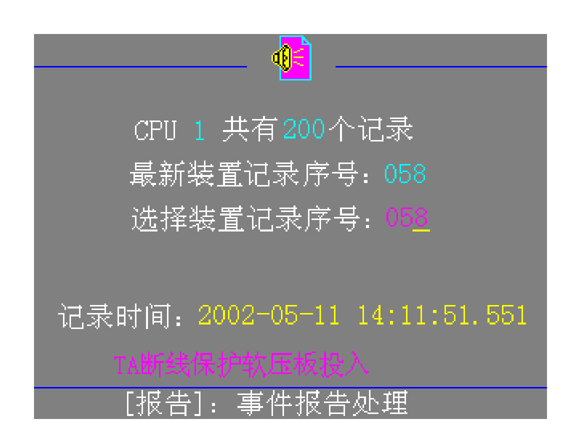
移动光标到“2：查看保护装置记录”处，按“**确认**”键后，如下图：



● 移动光标到“1.查看保护装置记录”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：

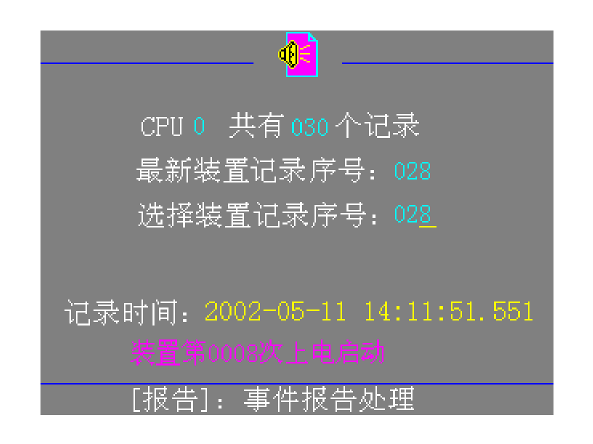


按+/-键选择需查看装置记录的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择装置记录序号”对话框，如下图：



按+/-键选择需查看装置记录的序号。按“**退出**”键返回到上一级菜单。该项功能用于查看装置记录情况。

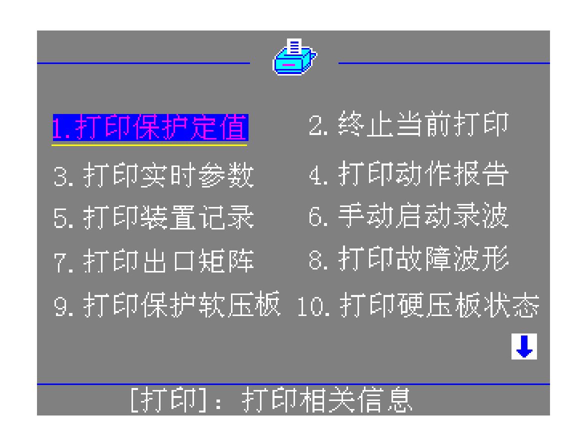
- 移动光标到“2.查看 MMI 记录”处，按“**确认**”键后，进入“选择 MMI 记录”对话框，如下图：



按+/-键选择需查看 MMI 记录的序号。按“**退出**”键返回到上一级菜单。该项功能用于查看 MMI 记录的情况。

2.3.1.5 打印：打印相关信息

移动光标到“打印”处，按“**确认**”键后，显示如下图：

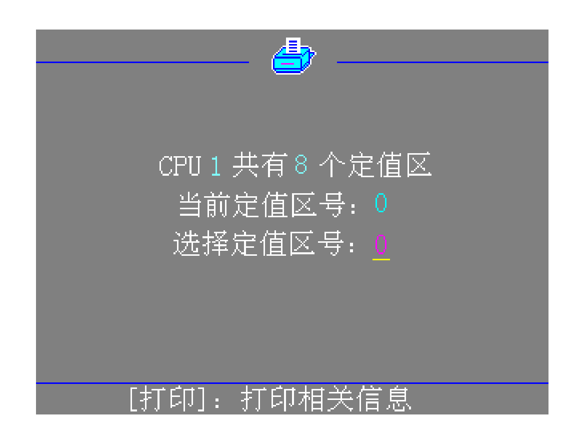


◆ 打印保护定值

移动光标到“1.打印保护定值”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，显示如下图：



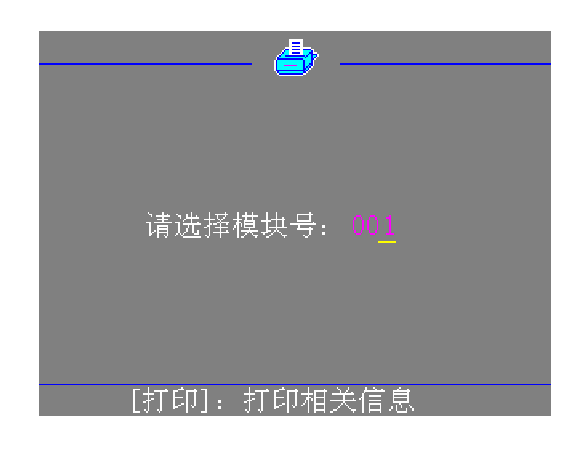
按+/-键选择需打印保护定值的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择定值区号”对话框，如下图：



按+/-键选择需打印定值的区号。选定区号后按“**确认**”键，显示“OK，定值正在打印！”然后自动返回到原菜单。该项功能可用于打印所选模块当前投入使用的保护定值。

◆ 终止当前打印

移动光标到“2.终止当前打印”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需终止打印的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示“OK,终止当前打印！”然后自动返回到原菜单。该项功能用于终止所选模块当前正在进行的打印任务。

◆ 打印实时参数

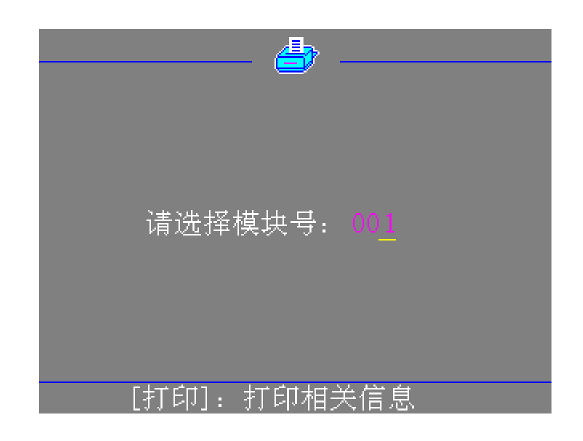
移动光标到“3.打印实时参数”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



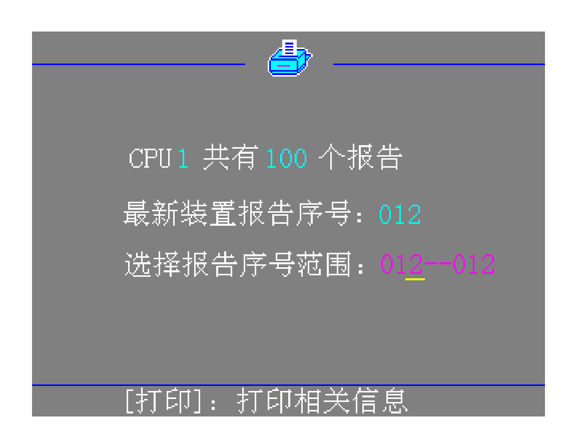
按+/-键选择需打印实时参数的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示“OK,参数正在打印！”然后自动返回到原菜单。该项功能用于打印所选模块的实时参数。

◆ 打印动作报告

移动光标到“4.打印动作报告”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



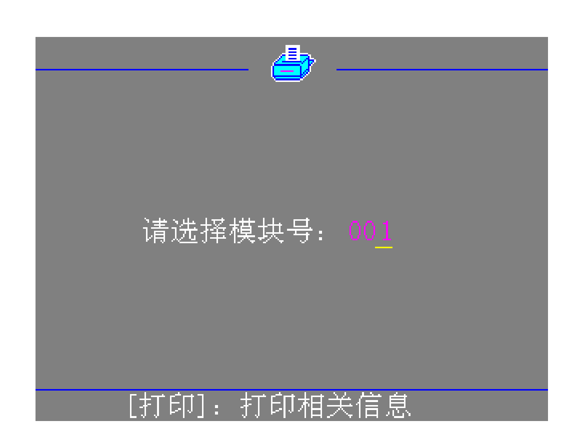
按+/-键选择需打印动作报告的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择故障报告序号”对话框，如下图：



按+/-键选择需打印报告的序号范围，选定后按“**确认**”键，显示“OK，报告正在打印！”然后自动返回到原菜单。该项功能用于打印所选模块的动作报告。

◆ 打印装置记录

移动光标到“5.打印装置记录”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



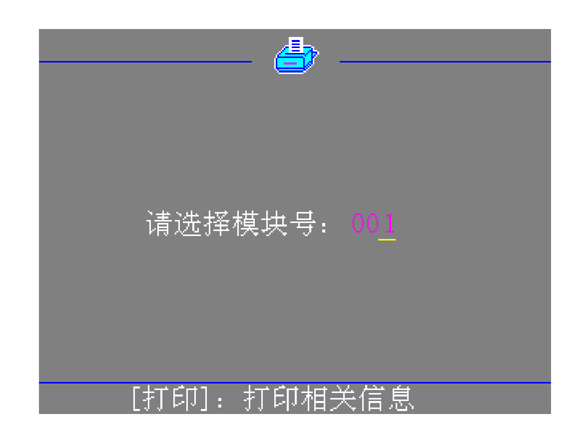
按+/-键选择需打印装置记录的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择装置记录序号”对话框，如下图：



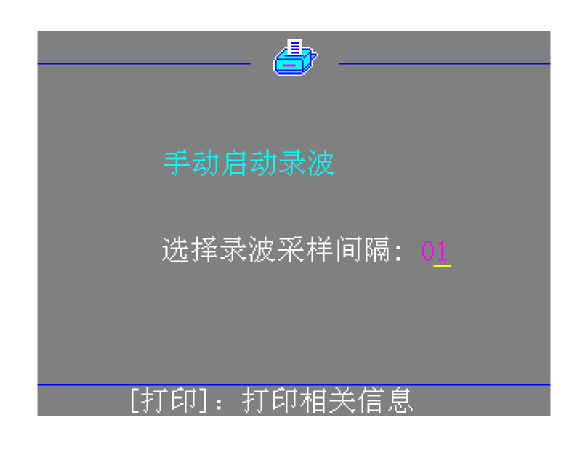
按+/-键选择需打印记录的序号范围，选定后按“**确认**”键，显示“OK,记录正在打印!”然后自动返回到原菜单。该项功能用于打印所选模块的装置记录。

◆ 手动启动录波

移动光标到“6.手动启动录波”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需手动启动录波的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“手动启动录波”对话框，如下图：

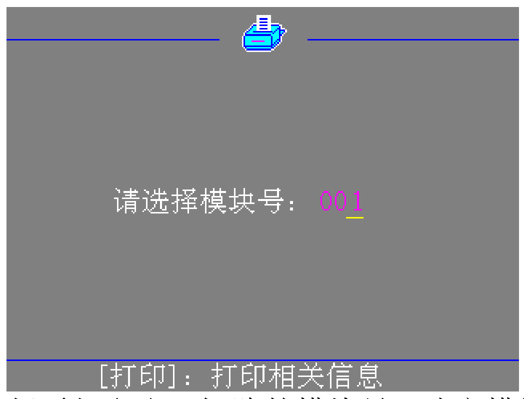


按+/-键选择录波采样间隔，选定后按“**确认**”键，显示“OK,录波记

录已启动！”然后自动返回到原菜单。该项功能用于手动启动录波，同时可设置手动启动录波的采样间隔。

◆ 打印出口矩阵

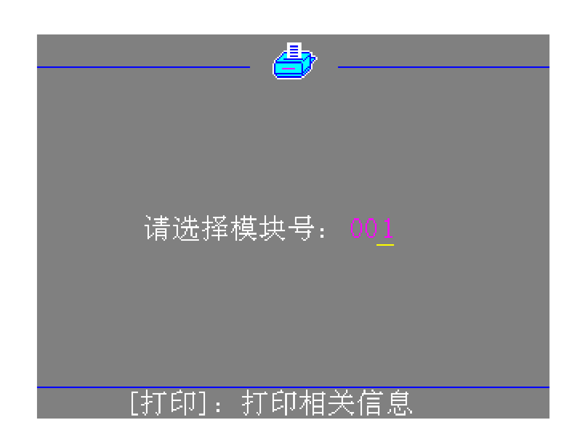
移动光标到“7.打印出口矩阵”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



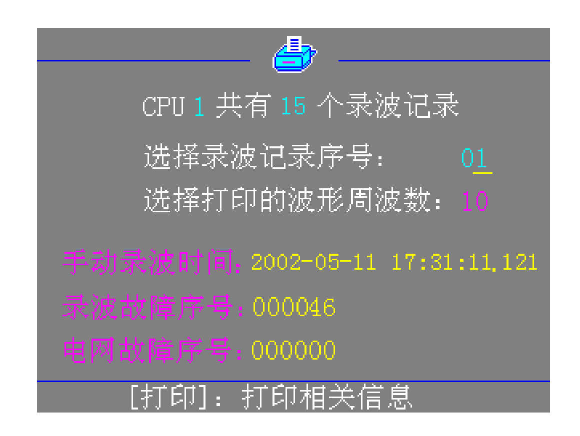
按+/-键选择需打印出口矩阵的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示“OK,出口矩阵正在打印！”然后自动返回到原菜单。该项功能用于打印所选模块的出口矩阵。

◆ 打印故障波形

移动光标到“8.打印故障波形”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



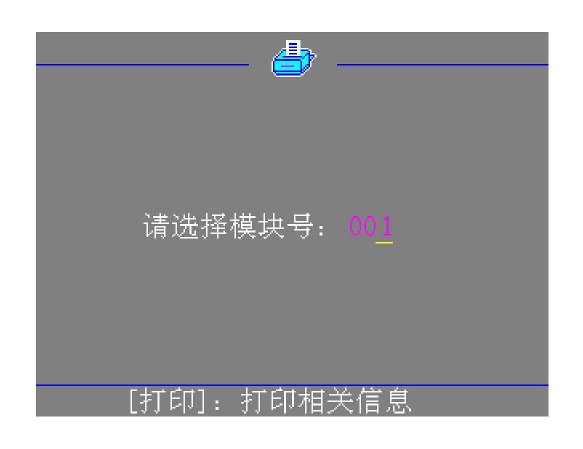
按+/-键选择需打印故障波形的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“波形打印”对话框，如下图：



选定上述参数后按“**确认**”键，显示“OK,录波记录正在打印!”然后自动返回到原菜单。该项功能用于打印所选模块的故障波形。

◆ 打印保护软压板

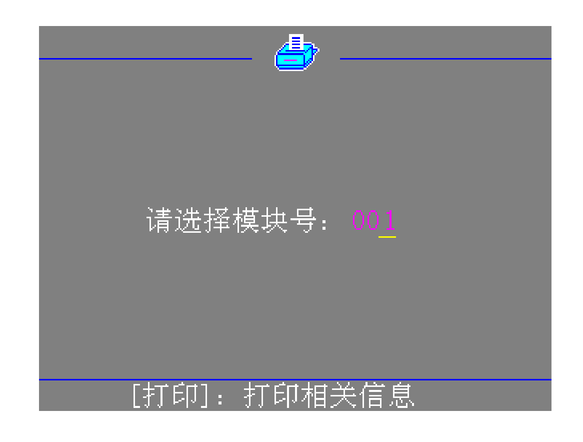
移动光标到“9.打印保护软压板”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需打印保护软压板的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示“OK,软压板正在打印!”然后自动返回到原菜单。该项功能用于打印所选模块的保护软压板。

◆ 打印硬压板状态

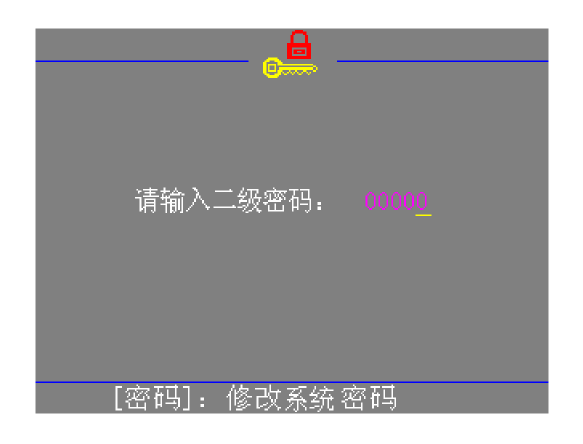
移动光标到“10.打印硬压板状态”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



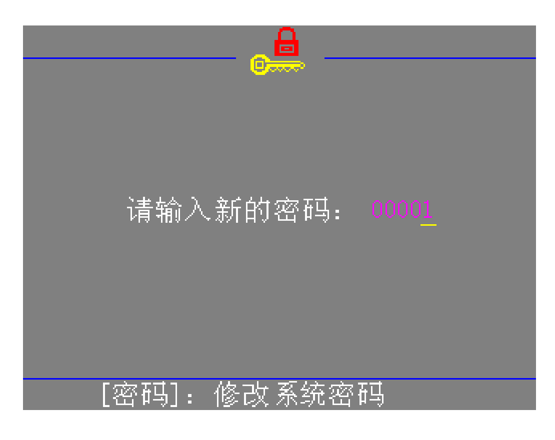
按+/-键选择需打印硬压板的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示“OK,硬压板状态正在打印!”然后自动返回到原菜单。按“**退出**”键返回到上一级子菜单。该项功能用于打印所选模块的硬压板状态。

2.3.1.6 密码：修改系统密码

移动光标到“密码”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



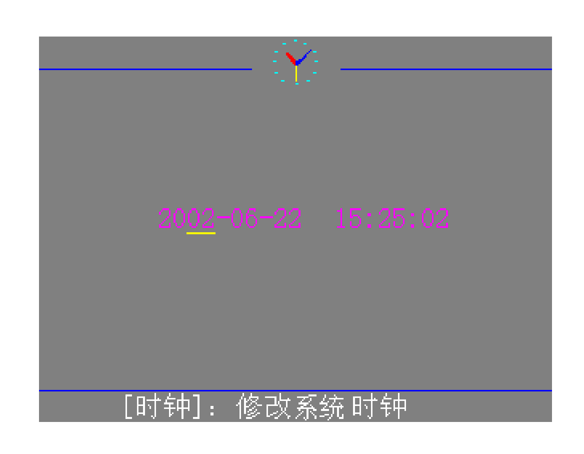
用“→”、“←”键及+/-键输入原密码。原密码输入错误时，显示“错误，请重新操作!”然后自动返回到原菜单；输入正确的原密码(初始密码为：00000)，按“**确认**”键后，进入“输入新密码”对话框，如下图：



输入要设定的新密码(以新密码 00001 为例)，用+/-键将新密码改为 00001 后，如上图所示，按“**确认**”键，显示“OK,密码已修改!”然后自动返回到上一级菜单。该项功能用于设置运行系统密码。

2.3.1.7 时钟：修改系统时钟

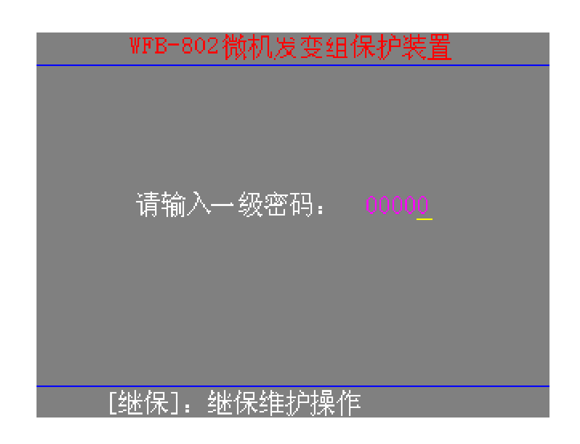
移动光标到“时钟”处，按“**确认**”键后，进入“时钟修改”对话框，如下图：



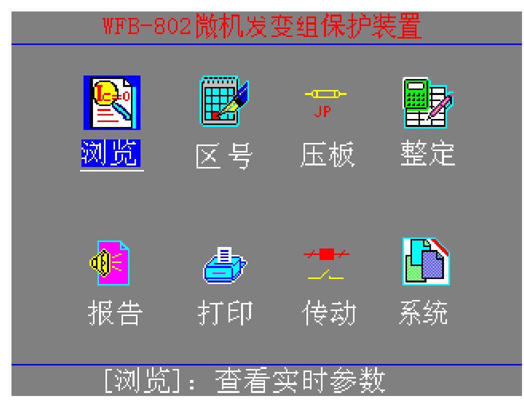
从左到右依次为：年-月-日，时-分-秒。移动光标到年-月-日或时-分-秒，用+/-键改变相应的数字，按“**确认**”键后，显示“OK，时钟已修改!”然后自动返回到上一级菜单。按“**退出**”键返回到上一级子菜单。该项功能用于设置装置时钟。

2.3.2 **继保：继保维护操作**

移动光标到“继保”处，按“**确认**”键后，显示如下图：



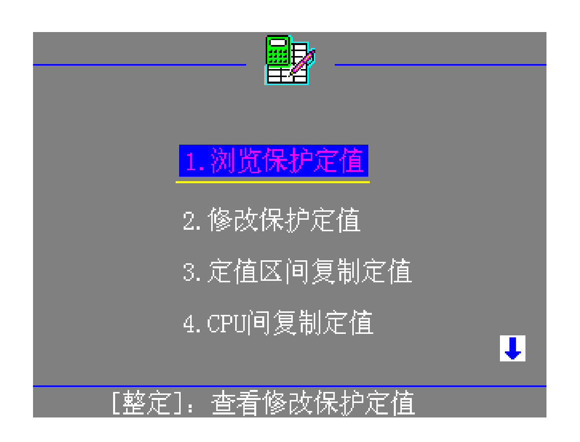
按+/-键及“→”、“←”键输入正确的密码。然后按“**确认**”键，显示如下图：



在继保菜单下的子菜单中，浏览、区号、压板及打印子菜单中的内容与运行菜单下的相应子菜单中的内容是一致的，此处不再作具体说明。下面按整定、报告、传动、系统分别具体说明。

2.3.2.1 整定

移动光标到“整定”处，按“**确认**”键后，显示如下图：

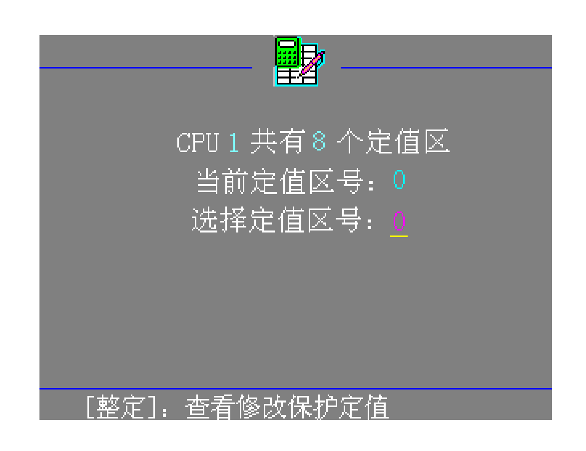


◆ 浏览保护定值

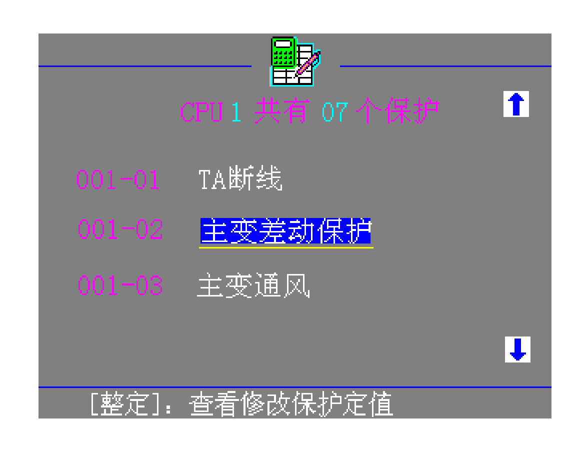
移动光标到“1.浏览保护定值”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



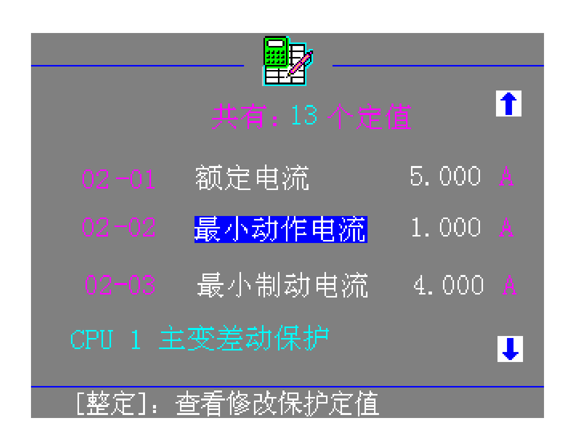
按+/-键选择需查看定值的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择定值区号”对话框，如下图：



按+/-键选择需查看定值的区号(**后面遇到有选择定值的区号时均以 0 区为例，其它区与 0 区的操作方法相同)**。选定区号后按“**确认**”键，进入“选择保护名称”对话框，如下图：



选择需查看定值的保护，选定保护后（以查看差动保护定值为例），按“**确认**”键，显示如下图：

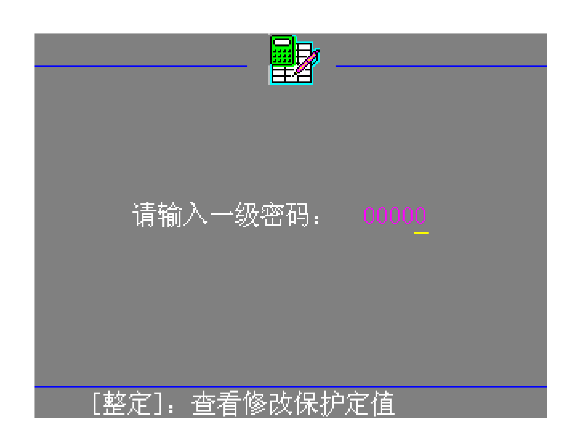


移动光标滚动显示所选保护的定值参数，按“**退出**”键返回到上一级子菜单。该项功能用于显示保护定值参数。

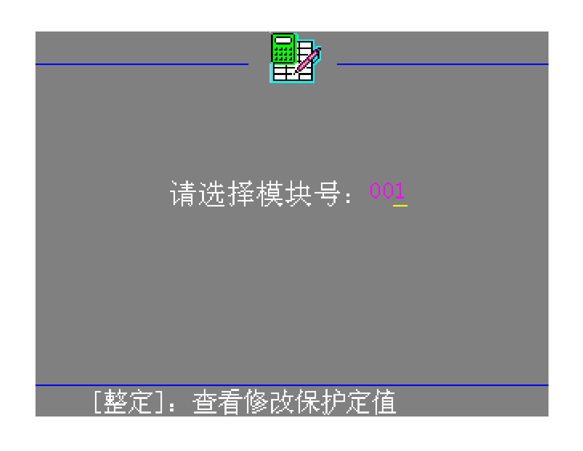
◆ 修改保护定值

移动光标到“2.修改保护定值”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”

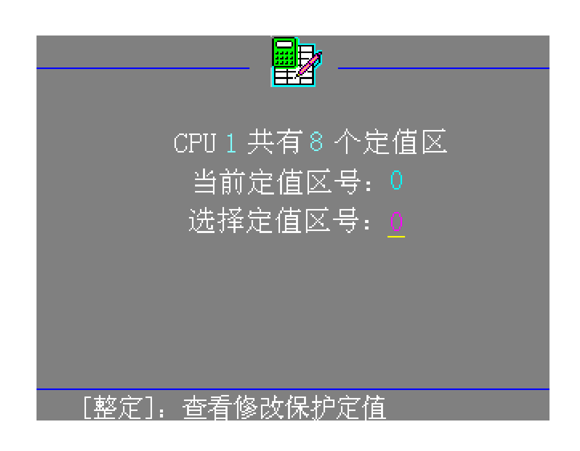
对话框，显示如下图：



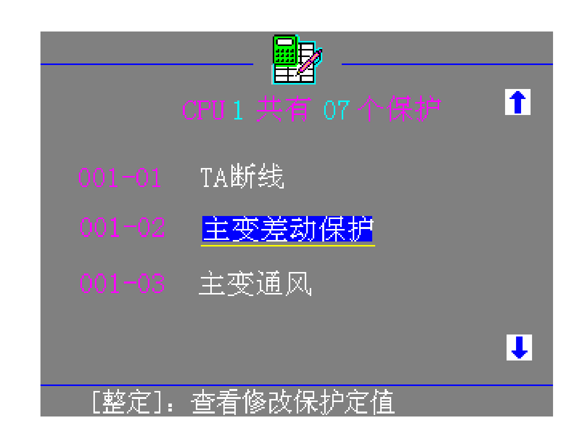
按+/-键及“→”、“←”键输入正确的密码。然后按“**确认**”键，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需修改定值的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择定值区号”对话框，如下图：



按+/-键选择需修改定值的区号。选定区号后按“**确认**”键，进入“选择保护名称”对话框，如下图：



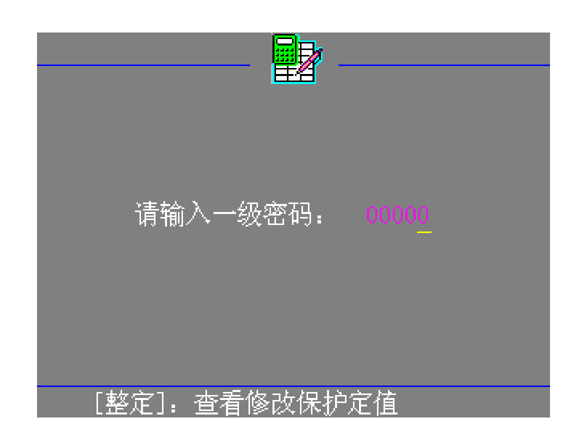
选择需修改定值的保护，选定保护后（以修改差动保护定值为例），按“**确认**”键，进入“修改保护定值”对话框，显示如下图：



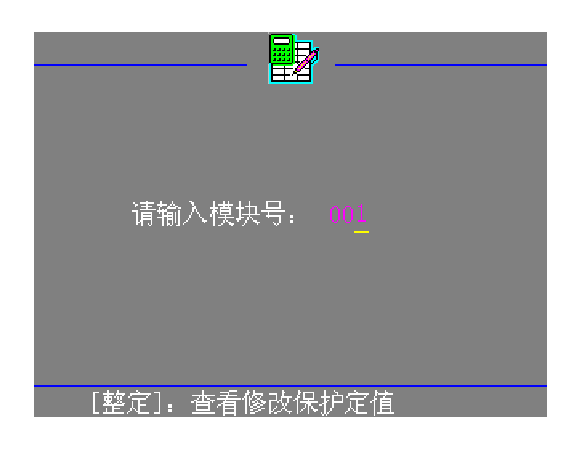
移动光标到需修改的定值，用“→”、“←”键及+/-键使所修改的定值与要求的一致后，按“**确认**”键，显示“OK，定值已固化！” ，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 差动保护改定值成功”，可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。修改完毕后自动返回到上一级菜单，按“**退出**”键返回到上一级子菜单。该项功能用于修改保护定值参数。

◆ 定值区间复制定值

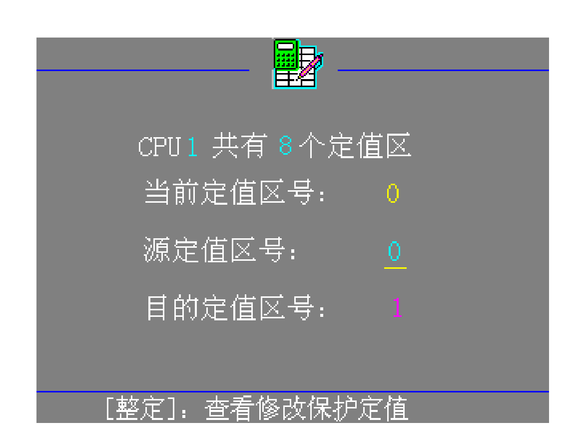
移动光标到“3.定值区间复制定值”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，显示如下图：



按+/-键及“→”、“←”键输入正确的密码。然后按“**确认**”键，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需复制定值的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“复制保护定值”对话框，如下图：

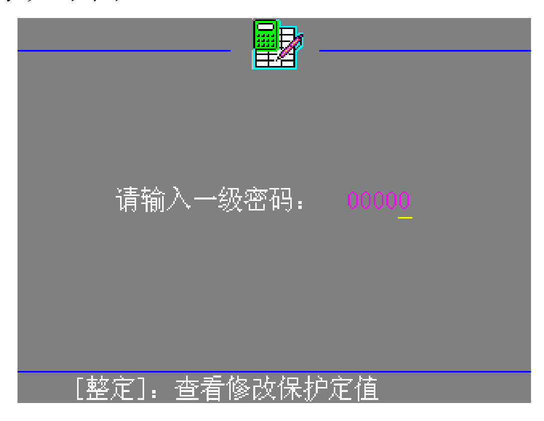


移动光标选定源定值区号及目的定值区号后，按“**确认**”键，显示“OK，定值拷贝！” ，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 0 区定值拷贝至 1 区成功”，可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。修改完毕后自动返回到上一级菜单。该项功能用于将整套保护定值从某一区拷

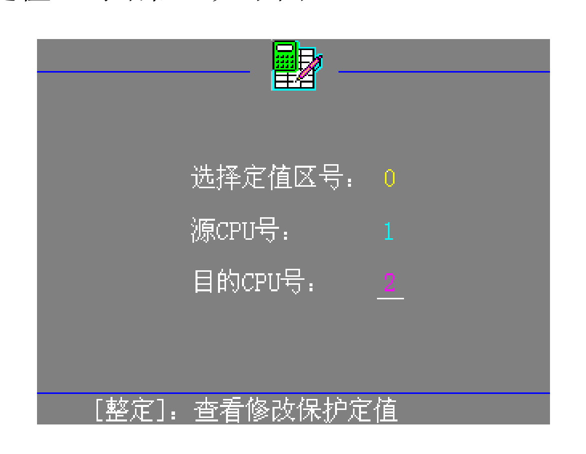
贝至另一区，可用于保护定值备份。

◆ CPU 间复制定值

移动光标到“4. CPU 间复制定值”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，显示如下图：



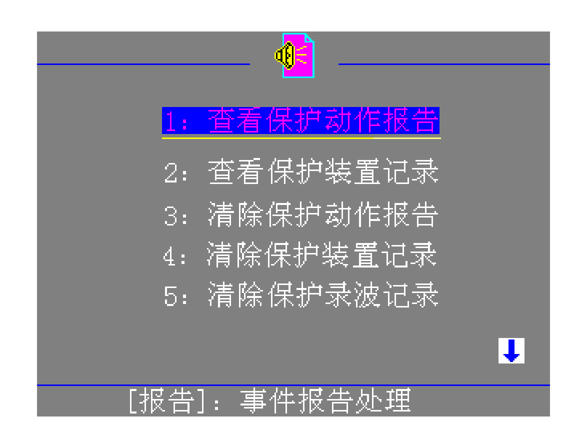
按+/-键及“→”、“←”键输入正确的密码。然后按“**确认**”键，进入“CPU 间复制定值”对话框，如下图：



移动光标选定定值区号、源 CPU 号及目的 CPU 号后，按“**确认**”键，显示“OK,定值拷贝!” ，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 0 区定值拷贝至 CPU2 0 区成功”，可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。修改完毕后自动返回到上一级菜单。该项功能用于将整套保护定值从某一 CPU 拷贝至另一 CPU。

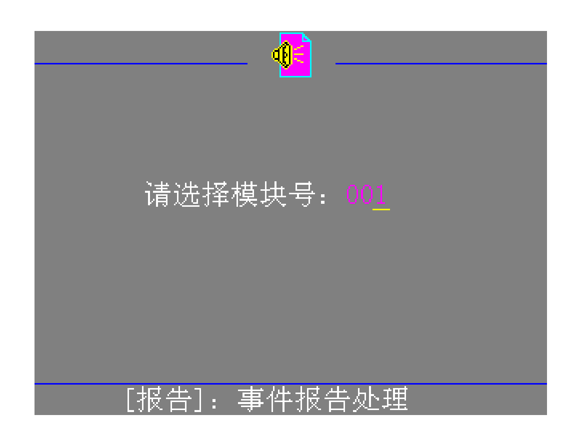
2.3.2.2 报告：事件报告处理

移动光标到“报告”处，按“**确认**”键后，显示如下图：



◆ 查看保护动作报告

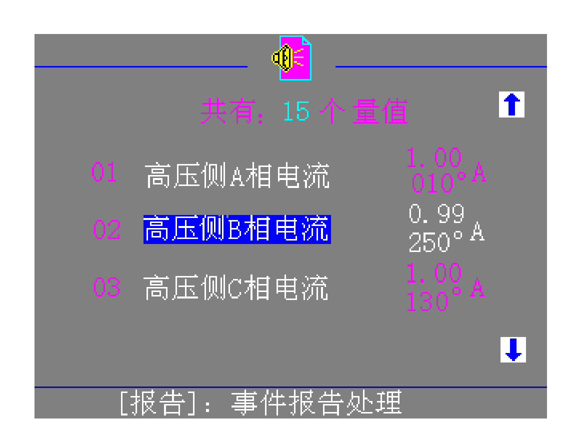
移动光标到“1：查看保护动作报告”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需查看动作报告的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择保护报告序号”对话框，如下图：



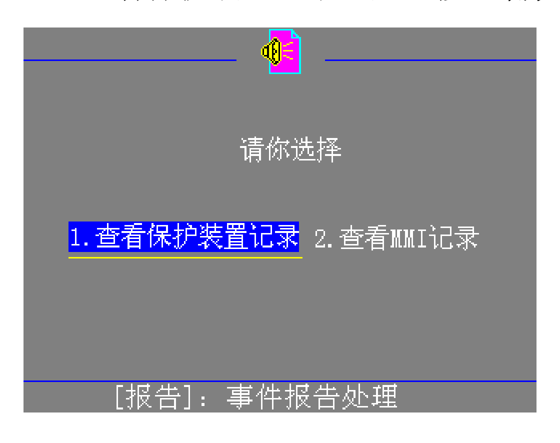
按+/-键选择需查看动作报告的序号。选定序号后按“↓”键或“**确认**”键，进入“保护动作量值”对话框，如下图：



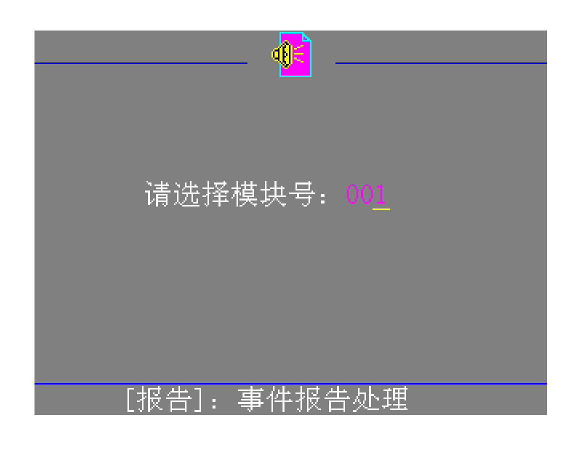
移动光标到需查看的动作量值。按“**退出**”键返回到上一级菜单。该项功能用于查看保护动作报告。

◆ 查看保护装置记录

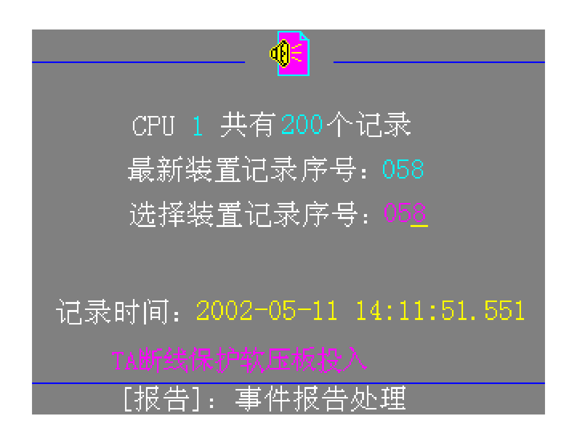
移动光标到“2：查看保护装置记录”处，按“**确认**”键后，如下图：



● 移动光标到“1.查看保护装置记录”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需查看装置记录的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择装置记录序号”对话框，如下图：



按+/-键选择需查看装置记录的序号。按“**退出**”键返回到上一级菜单。该项功能用于查看装置记录情况。

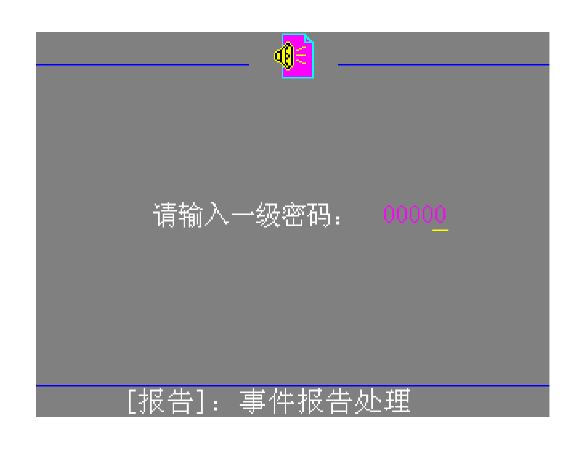
● 移动光标到“2.查看 MMI 记录”处，按“**确认**”键后，进入“选择 MMI 记录”对话框，如下图：



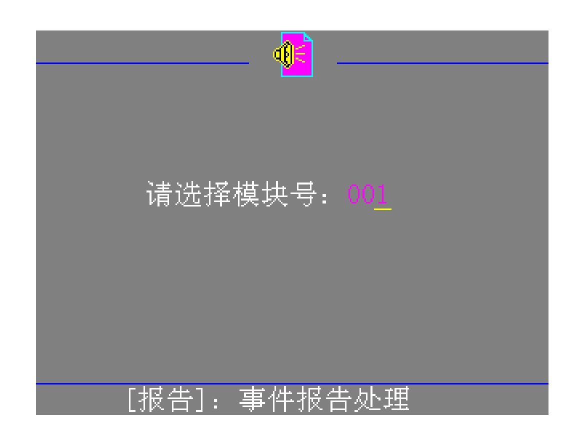
按+/-键选择需查看 MMI 记录的序号。按“**退出**”键返回到上一级菜单。该项功能用于查看 MMI 记录的情况。

◆ 清除保护动作报告

移动光标到“3：清除保护动作报告”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



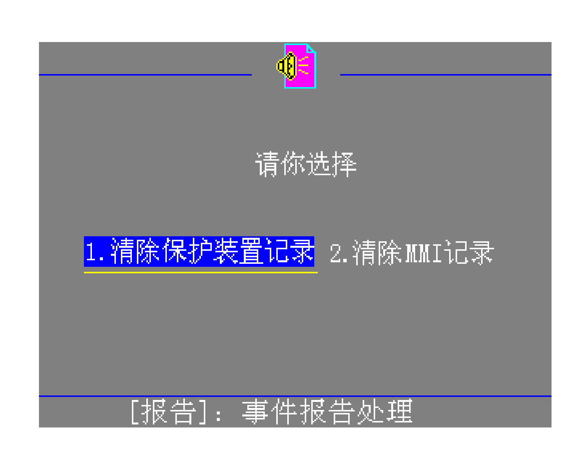
输入正确的密码后，按“确认”键，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需清除动作报告的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示“OK,报告已清除!”，清除完毕后自动返回到原菜单。当管理机内存储的动作报告已失去保留价值时，可用该项功能清除保护动作报告。该项功能一般在现场安装调试结束后使用，正式投运前清除所有保护动作报告。

◆ 清除保护装置记录

移动光标到“4：清除保护装置记录”处，按“**确认**”键后，如下图：



- 移动光标到“1.清除保护装置记录”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：

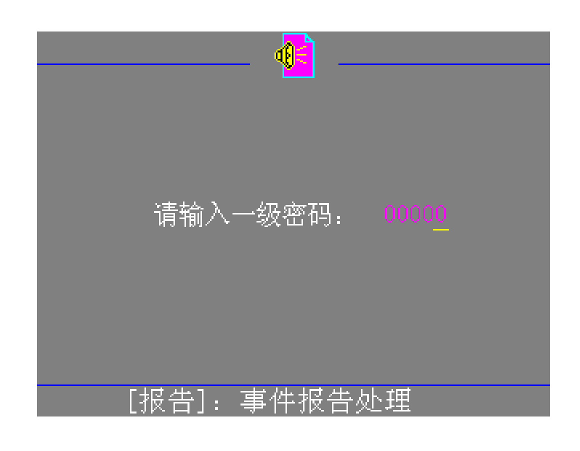


输入正确的密码后，按“确认”键，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需清除装置记录的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示“OK，记录已清除!”，清除完毕后自动返回到原菜单。当管理机内存储的装置记录已失去保留价值时，可用该项功能清除装置记录。该项功能一般在现场安装调试结束后使用，正式投运前清除所有装置记录。

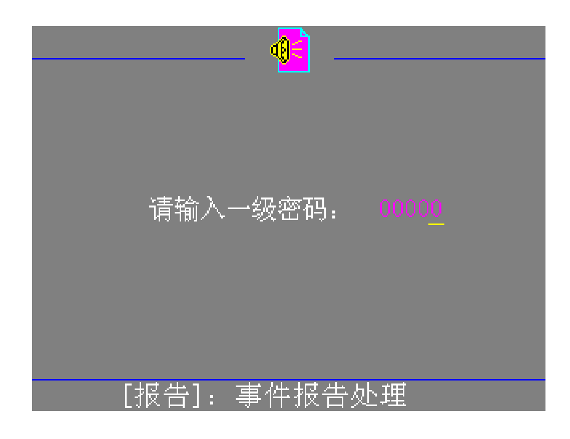
- 移动光标到“2.清除 MMI 记录”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



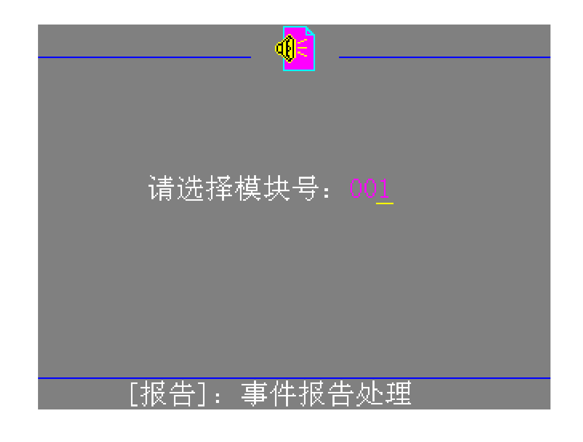
输入正确的密码后，按“确认”键，显示“OK, 记录已清除!”，清除完毕后自动返回到原菜单。当管理机内存储的 MMI 记录已失去保留价值时，可用该项功能清除 MMI 记录。该项功能一般在现场安装调试结束后使用，正式投运前清除所有 MMI 记录。

◆ 清除保护录波记录

移动光标到“5：清除保护录波记录”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



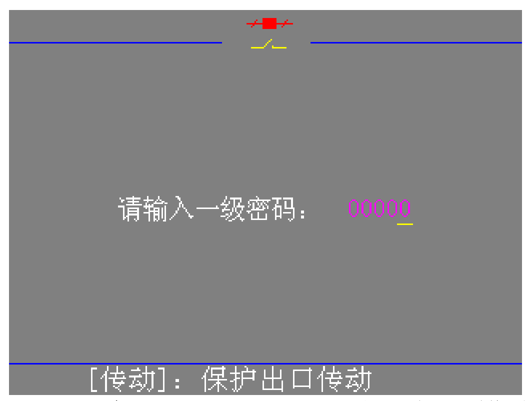
输入正确的密码后，按“**确认**”键，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



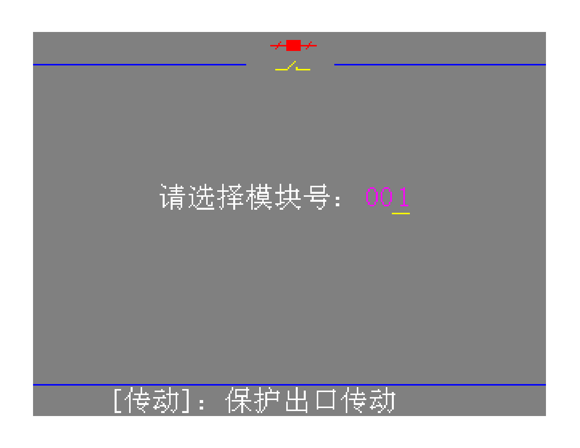
按+/-键选择需清除录波记录的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，显示“OK, 录波记录已清除!”，清除完毕后自动返回到原菜单。按“**退出**”键返回到上一级子菜单。当管理机内存储的装置录波已失去保留价值时，可用该项功能清除录波记录。该项功能一般在现场安装调试结束后使用，正式投运前清除所有装置录波记录。

2.3.2.3 传动：保护出口传动

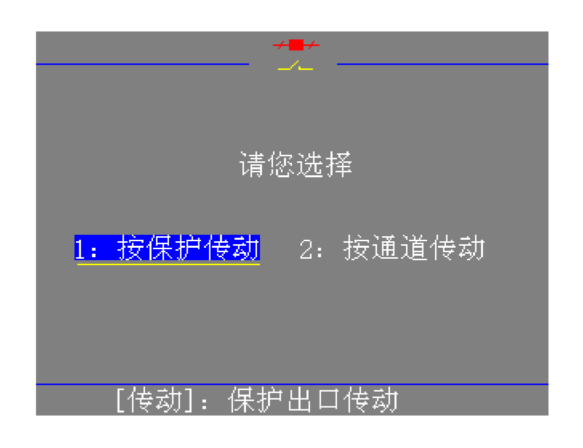
移动光标到“传动”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



输入正确的密码后，按“**确认**”键，进入“选择保护模块”对话框，如下图：

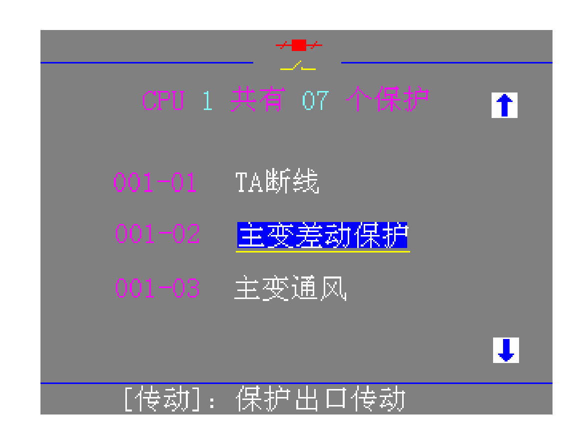


按+/-键选择需传动保护出口的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择保护传动模式”对话框，如下图：



◆ 按保护传动

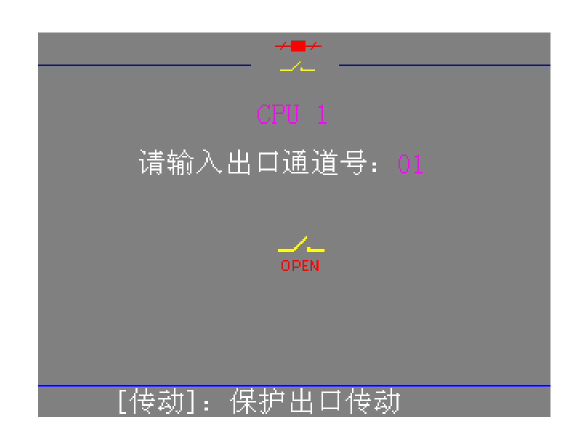
移动光标到“1：按保护传动”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护名称”对话框，如下图：



选择需传动出口的保护，选定保护后按“**确认**”键，就可传动该保护的出口，此时该保护对应的出口触点应闭合，面板上对应的指示灯应点亮。传动完毕后自动返回到原菜单，按“**退出**”键返回到上一级子菜单。该项功能用于检查二次回路接线及进行二次操作回路的传动试验。

◆ 按通道传动

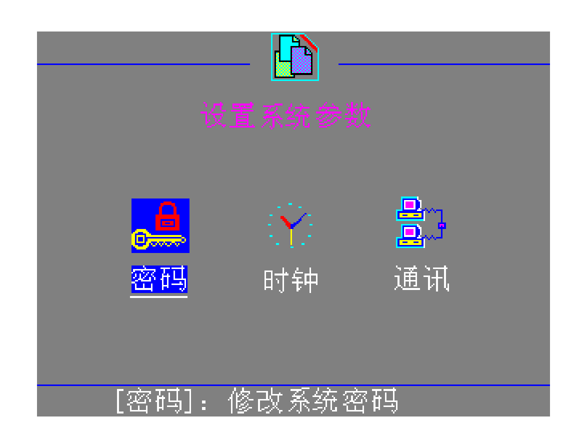
移动光标到“2：按通道传动”处，按“**确认**”键后，进入“选择出口通道”对话框，如下图：



按+/-键选择需传动出口的通道。选定通道后按“**确认**”键，就可传动该通道的出口，此时该通道对应的出口触点应闭合，面板上对应的指示灯应点亮。传动完毕后按“**退出**”键返回到上一级子菜单。

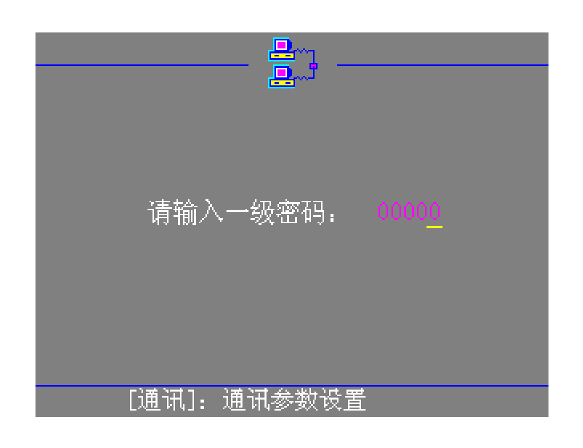
2.3.2.4 系统：系统参数设置

移动光标到“系统”处，按“**确认**”键后，进入“设置系统参数”对话框，如下图：

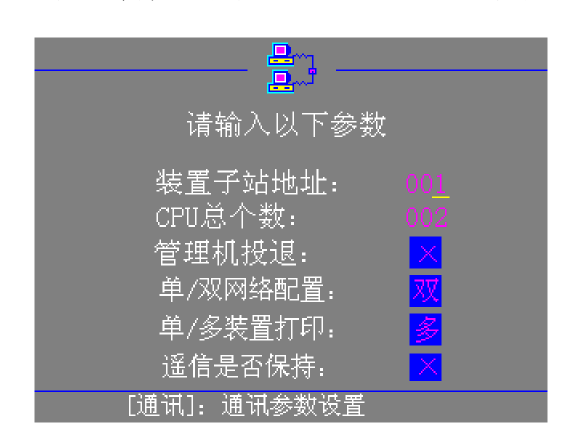


其中密码和时钟两项的设置方法在运行子菜单中已有说明，此处不再作具体说明，主要就通讯子菜单加以说明。

移动光标到“通讯”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



输入正确的密码，按“**确认**”键后，进入“通讯参数设置”对话框，如下图：



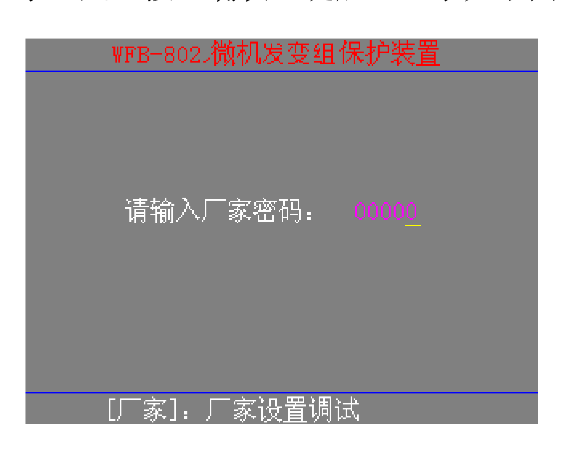
设置完毕上述参数后按“**确认**”键，显示“OK,通讯参数已修改！” ，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 修改返回报告类型为瞬动”，然后自动返回到上一级菜单。可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。具体内容说明如下：

- ◆ 装置子站地址用于和自动化系统相联时设定多机通信地址。当有多台装置时，建议各装置的子站地址应从 001 开始，可分别为 001、002、003、004 等，并且各装置的子站地址应该互不重复，否则无法与自动化系统进行正常通信。
- ◆ 保护模块总数应和本管理机所管理的模块总数相一致，否则上电登记时会有告警信息“CPU0 保护模块总数不正确”出现。
- ◆ 管理机投退项用于投退该装置的管理机。
- ◆ 单/双网络配置项内容可选“**双**”或“**单**”。选“**双**”时，为通过双网络与自动化系统相联；选“**单**”时，为通过单网络与自动化系统相联。
- ◆ 单/多装置打印项内容可选“**单**”或“**多**”。选“**单**”时，表示通过其就地打印口（通讯插件后面板的下方一个 9 针连接器）进行打印，此项功能用于单装置保护性能测试；选“**多**”时，表示通过网络打印口与共享器配合进行网络打印，此项功能用于整屏多装置保护性能测试。
- ◆ 遥信是否保持可设置为“×”或“√”。设置为“×”时表示返回报告类型为瞬动方式；设置为“√”时表示返回报告类型为保持方式。

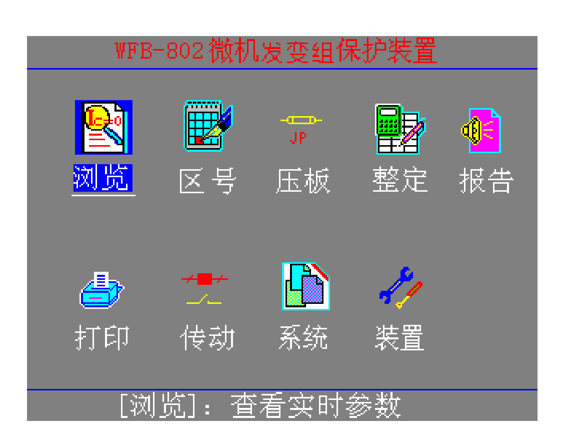
▲注意：装置出厂前，该项参数均已设定好，用户不宜修改。

2.3.3 厂家：厂家设置调试

移动光标到“厂家”处，按“**确认**”键后，显示如下图：

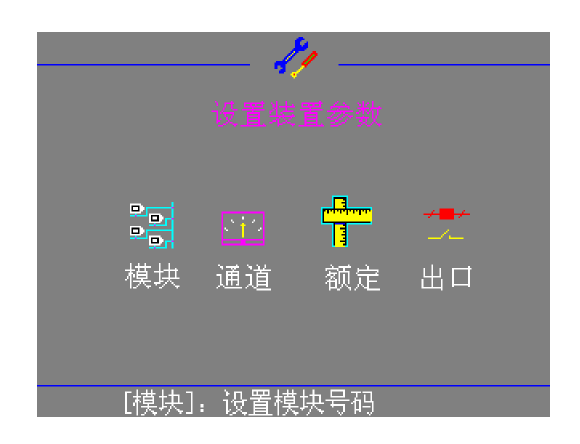


按+/-键及“→”、“←”键输入正确的密码。然后按“**确认**”键，显示如下图：



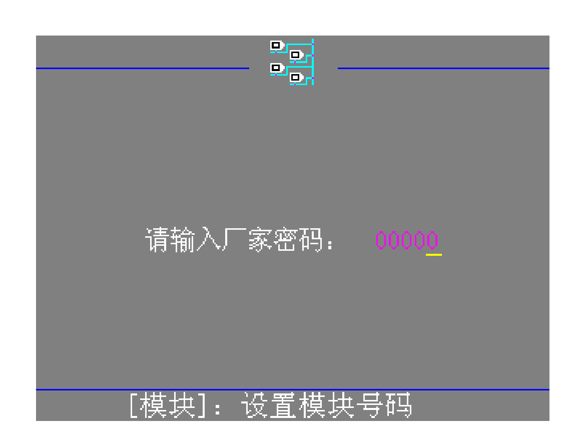
在厂家菜单下的子菜单中，浏览、区号、压板、整定、报告、打印、传动及系统子菜单中的内容与继保菜单下的相应子菜单中的内容是一致的，此处不再作具体说明。下面就装置子菜单进行具体说明。

移动光标到“装置”处，按“**确认**”键后，进入“设置装置参数”对话框，如下图：

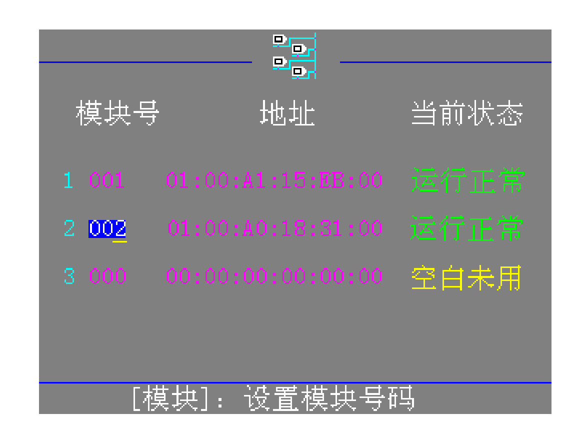


◆ 模块：设置模块号码

移动光标到“模块”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



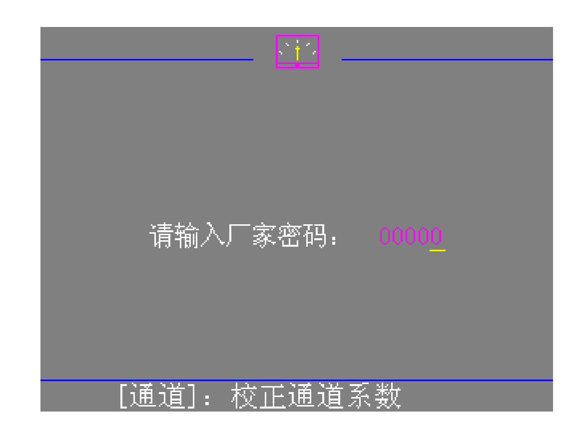
输入正确的密码，按“**确认**”键后，显示如下图：



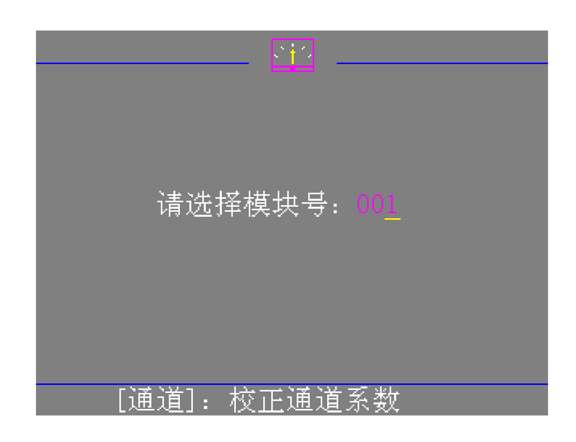
管理机最多可管理 4 个模块，模块号表示的是一个保护模块的标识，在不和其它保护模块重复的前提下可以自行设定 1—4 之间的任何值。地址是一个保护模块的物理地址，是唯一的且不能更改，地址值全为 0 则表示没有保护模块在运行。当前状态一共有四种：“运行正常”，“尚未设置”，“通讯中断”，“空白未用”。正常运行时当前状态为“运行正常”。设定好模块号后按“**确认**”键，显示“OK,模块号已存储!”的提示信息。通信正常时，光标所在模块(CPU2)的运行灯慢闪(1Hz)，其它模块(CPU1)的运行灯快闪(5Hz)。按“**退出**”键返回到上一级菜单。

◆ 通道：校正通道系数

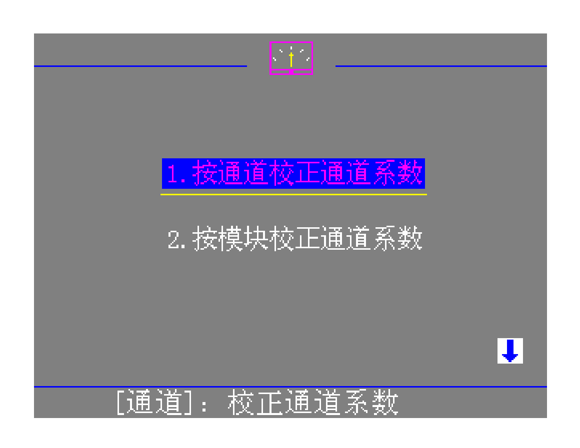
移动光标到“通道”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



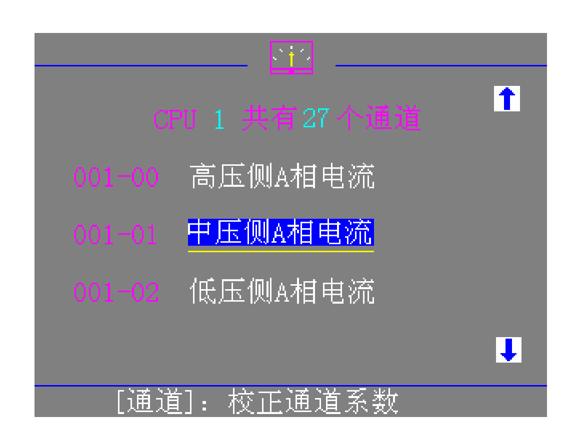
输入正确的密码，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



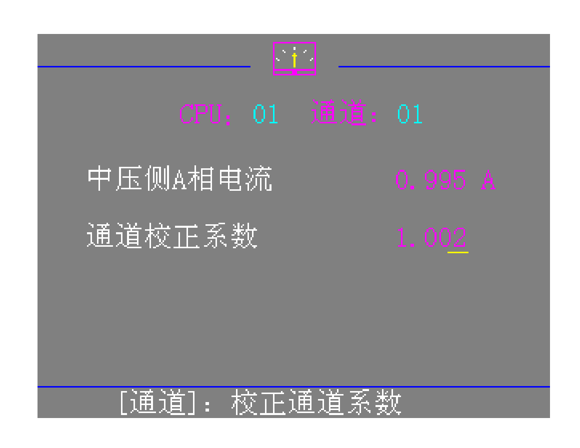
按+/-键选择需校正通道系数的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择校正通道系数模式”对话框，如下图：



- 移动光标到“1.按通道校正通道系数”处，按“**确认**”键后，进入“选择通道名称”对话框，如下图：



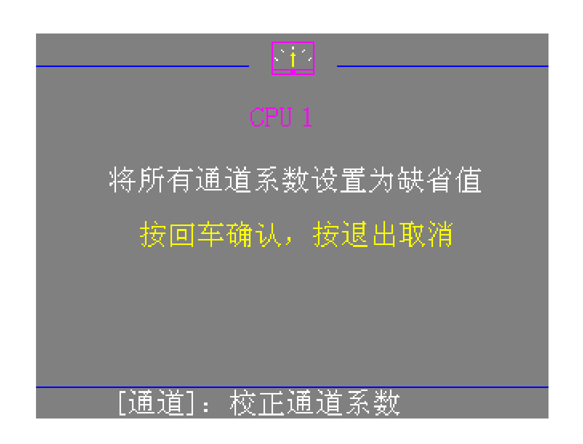
移动光标到需校正的通道处(如以校正中压侧 A 相电流为例)，按“**确认**”键后，进入“修改通道系数”对话框，如下图：



通道校正系数变化范围为：0.9～1.1。用测试仪器施加一适当的电流(如以施加电流 1.0 A 为例)，根据电流变化情况用“→”、“←”键及+/-键选择合适的通道校正系数，使装置中显示的电流与实际电流一致后，按“**确认**”键，显示“通道校正系数已固化” ，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 A 相电流校正成功”，可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。修改完毕后自动返回到原菜单。**该项功能用于装置出厂调试时硬件的校准，确定后不宜再作变动。**

▲注意：装置出厂前，该项参数均已设定好，用户不宜再作修改，装置出厂后请勿执行本项操作。

● 移动光标到“2.按模块校正通道系数”处，按“**确认**”键后，显示如下图：

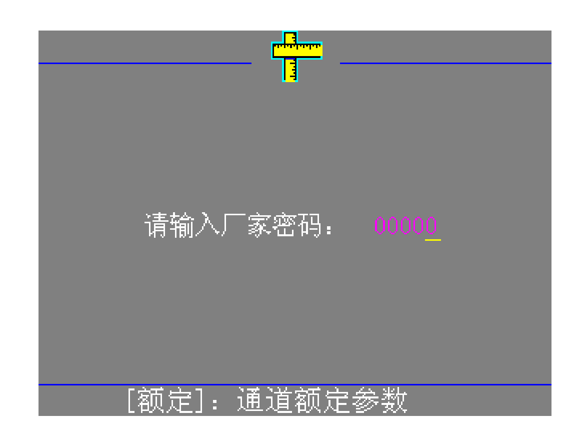


按“**退出**”键可取消本次操作；按“**确认**”键将会把本模块所有通道系数设置为缺省值。

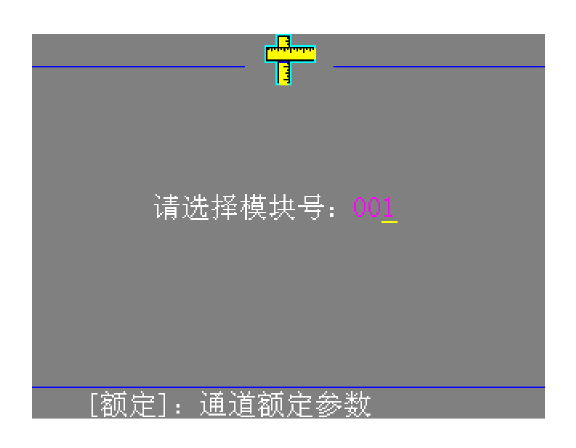
▲注意：装置出厂后禁止执行本项操作。

◆ 额定：通道额定参数

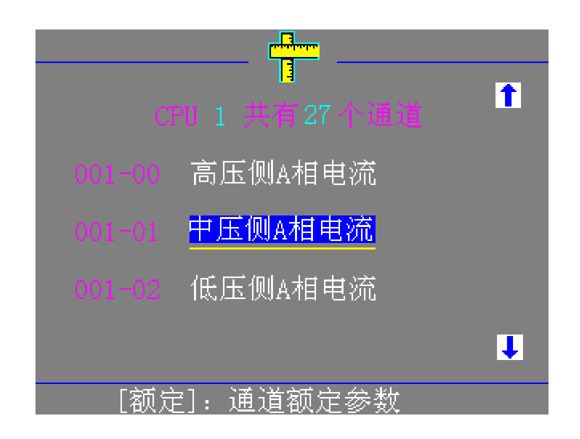
移动光标到“额定”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



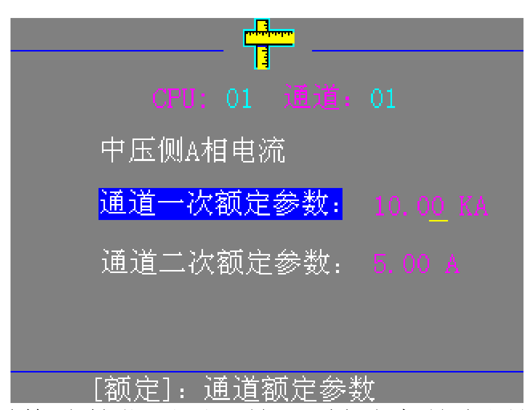
输入正确的密码，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



按+/-键选择需整定通道额定参数的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，进入“选择通道名称”对话框，如下图：



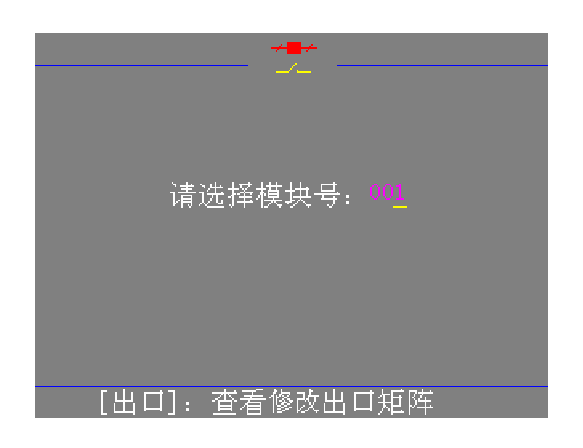
移动光标到需整定的通道处(如以整定中压侧 A 相电流为例)，按“**确认**”键后，进入“修改通道额定值”对话框，如下图：



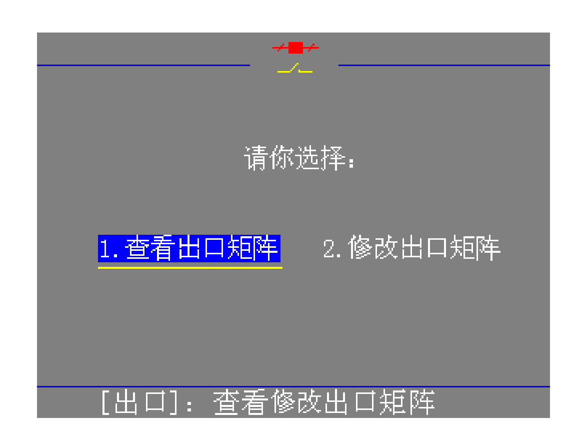
移动光标到需修改的位置后，按+/-键改变整定通道的额定参数，使其与实际值相符后按“**确认**”键，显示“通道额定系数已固化”，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 中压侧 A 相电流改参数成功”，可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。修改完毕后自动返回到原菜单，按“**退出**”键返回到上一级子菜单。该项功能用于设置所选通道对应的一、二次侧额定参数。在装置出厂调试时调试人员可以不予考虑。此项功能只用于录波输出波形的有名值的大小，对录波波形的形状及保护的动作行为无任何影响。额定参数在装置出厂后可由用户最终确定。

◆ 出口：查看修改出口矩阵

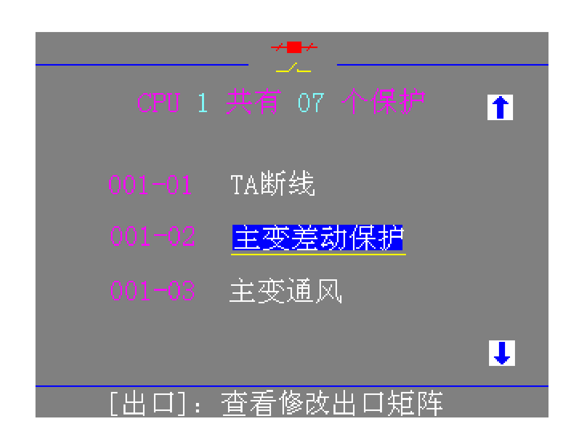
移动光标到“出口”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护模块”对话框，如下图：



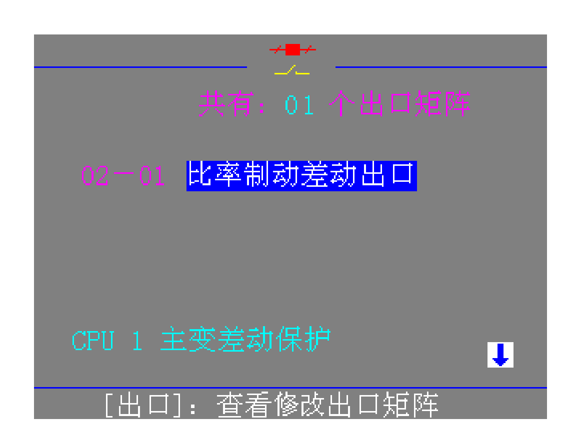
按+/-键选择需查看出口的模块号。选定模块号后按“**确认**”键，如下图：



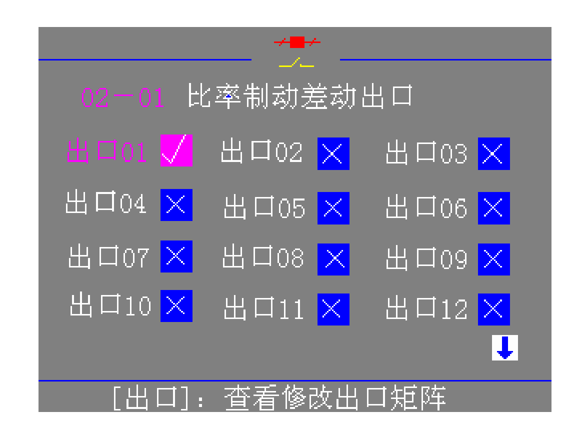
● 移动光标到“1.查看出口矩阵”处，按“**确认**”键后，进入“选择保护名称”对话框，如下图：



选择需查看出口的保护，选定保护后（以查看差动保护的出口为例）按“**确认**”键，进入“选择出口矩阵”对话框，如下图：

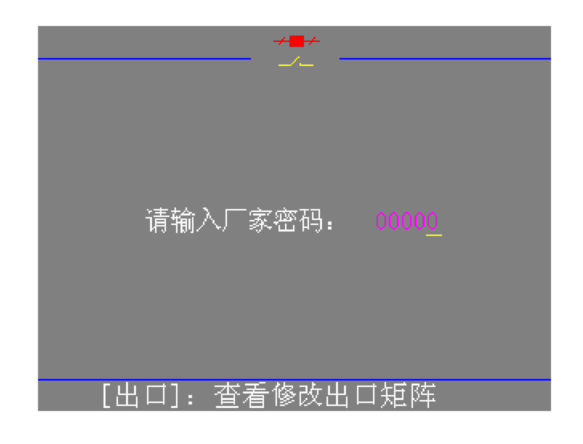


选择需查看的出口矩阵后按“**确认**”键，进入“显示保护出口矩阵”对话框，如下图：



状态为“×”时表示相应的出口不被驱动，状态为“√”时表示保护动作时驱动相应的出口。按“↓”“↑”键滚动显示所选保护出口的状态。该项功能用于查看保护出口矩阵的具体分布情况。按“**退出**”键返回到上一级子菜单。

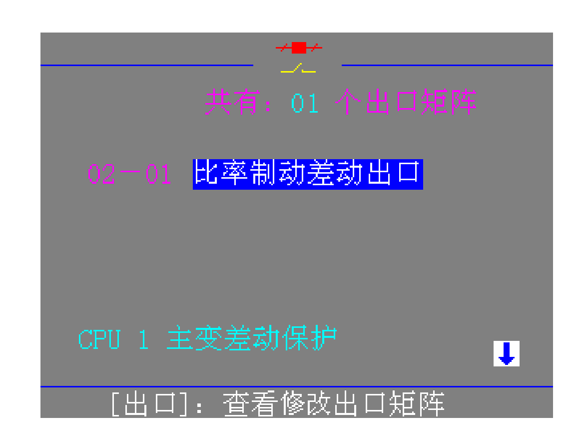
- 移动光标到“2.修改出口矩阵”处，按“**确认**”键后，进入“输入密码”对话框，如下图：



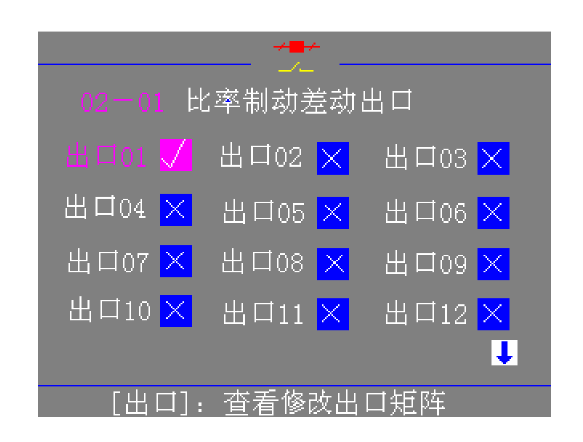
输入正确的密码，按“**确认**”键后，进入“选择保护名称”对话框，如下图：



选择需修改出口的保护，选定保护后（以修改差动保护的出口为例）按“**确认**”键，进入“选择出口矩阵”对话框，如下图：



选择需修改的出口矩阵后按“**确认**”键，进入“修改保护出口矩阵”对话框，如下图：



移动光标到需修改的“出口”处，按+/-键改变出口状态，按“**确认**”键后，显示“OK,出口矩阵已修改！”，同时在显示屏最下方的显示区显示“CPU1 比率制动差动出口修改正确”，可用右方的“**复归**”键复归显示屏下方的提示信息。修改完毕后自动返回到上一级菜单，按“**退出**”键返回到主菜单。该项功能用于修改保护出口矩阵的具体分布情况。

2.3.4 帮助：查看帮助信息

移动光标到“帮助”处，按“**确认**”键后，进入“显示装置版本及 CRC”对话框，如下图：



此项功能可用于显示和打印管理机及各 CPU 的 CRC 码、版本号，LON 版本号及管理机的日期等。

3 装置性能检验

3.1 硬件检验

装置到达现场后，在保护性能测试前应该作如下检验。

3.1.1 现场开箱检验

本节所规定的内容是从设备到达现场开始，设备在现场开箱时如无继电保护人员在场，检验人员应负责执行规程中设备开箱的有关规定，并在设备移交运行部门时向继电保护部门作出交代。

(1) 检验设备的完好性

设备在现场开箱后应立即检验设备装箱是否符合运输的有关规定、设备是否完好无损。如有损坏则应立即与制造厂联系，由制造厂家负责更换或修理合格后方可安装。

(2) 核查技术资料及备品备件

核对图纸资料、出厂试验记录及备品备件是否与装箱单一致。如不齐全则可向制造厂家索取。

(3) 检查产品的合格证

检查产品的合格证。如无合格证，则应立即与制造厂家联系。

3.1.2 保护装置的内部检查

(1) 屏板

外表无损，元件箱体安装端正、牢固。

(2) 端子排

端子排的安装位置正确，质量良好，数量及安装位置与图纸相符。

(3) 连片

所有连片的安装位置正确，质量良好，数量及安装位置与图纸相符。

(4) 插件

a 各插件拔、插灵活，接触面光洁无损，各插件和插座之间定位良好，插入深度合适。

b 印刷电路无机械损伤或变形，所有元件的焊接质量良好。

c 各插件上集成电路芯片应插紧，型号正确，芯片缺口与插座缺口要对应。

d 各插件上的变换器、出口继电器及信号继电器固定螺丝应拧紧。

(5) 屏接线

屏上所有导线截面符合规定，连线压接可靠，标号齐全，字迹清晰。

(6) 电缆

电缆的连接与图纸相符，施工质量良好，在端子排处压接可靠，导线绝缘无裸露现象。

(7) 标示

所有单元、连片、端子排、导线接头、电缆及其接头、信号指示等都应有明确的标示，标示的字迹应清晰无误。

(8) 接地线

端子排的接地端子引至屏上的接地线应用铜螺丝钉压接，接触要牢靠，屏板应与变电所（或发电厂）的接地网相连。

(9) 箱体

保护装置的箱体必须经试验可靠接地。

(10) 屏上所有裸露的带电器件与屏板的最小距离

检查屏上所有裸露的带电器件与屏板的蹬离均应大于 3mm。

3.1.3 绝缘及耐压试验

(1) 准备工作

a 进行本项检验时，需在屏端子排处将所有外引线全部断开，合上保护装置直流电源插件上的电源开关。检验结束之后断开保护装置直流电源插件上的电源开关，端子排的所有外部连线(电缆线)按以后试验项目的要求逐步恢复。

b 将打印机与微机保护装置断开。

c 屏上各连片置于"投入"位置。

(2) 测保护屏内两回路之间及各回路对地的绝缘

进行本项试验前，应先检查保护装置内所有互感器屏蔽层的接地线是否全部可靠接地，在本项检验过程中此接地线均不应断开。测绝缘电阻时，施加摇表电压时间不少于 5s，待读数达到稳定时，读取绝缘电阻值，其阻值均应大于 10MΩ。

在屏端子排处分别短接交流电压回路端子，交流电流回路端子，直流电源端子,跳闸、信号端子，开关量输入端子，然后用 1000V 摇表轮流测量以上 6 组短接端子间及各组对地的绝缘。当有某一组不合格时，则需打开该组

的短接线，再分别检验每一端子的绝缘，找出毛病并予以消除。

(3) 屏的耐压试验

在测试上述绝缘阻值合格后才允许进行耐压试验。

将上条所列的端子全部短接在一起，对地工频耐压 1000V，1min。

耐压时应注意人身安全。如试验设备有困难时，允许用 2500V 摇表测量绝缘电阻的方法代替。

耐压前后各回路对地绝缘阻值应无明显下降。

(4) 测定整个回路的绝缘

在保护屏的端子排外侧，将所有电流、电压及直流回路的端子连接在一起，并将电流回路的接地点拆开，用 1000V 摇表测量整个回路对地的绝缘，要求其绝缘阻值大于 1.0MΩ。

3.1.4 检验电源插件

(1)检验电源的自启动性能

合上直流电源插件上的电源开关，试验直流电源由零缓慢调至 80%额定值，此时该插件上的电源指示灯应亮。然后，断、合一次直流电源开关，电源指示灯应亮。

(2)检验输出电压值及其稳定性

在电路正常的情况下，电源插件的各档输出电压+5V 空载误差应该在±1%以内，±15V 空载误差应在±5%以内，+24V 空载误差应在±8%以内，否则应调整或更换开关电源。（由于电源的各档输出电压没有全在箱后的端子上引出来，因此检查电源可以将电源插件拔出，在电源插件的输出端子上测量输出电压。）

3.1.5 在调试方式下的检验

(1)检验打印机；

打印机的设置有 12 项内容，出厂调试时已设置好，用户一般不宜再作改动。

状态设置分别如下：

字符表：PC437；	连续纸页长：11 英寸；	跳过页缝：无效；
切纸自动归位：有效；	图形打印方向：单方向；	自动换行：无效；
接口：自动切换(切换时间 10s)；	波特率：4800 bps；	奇偶校验：无；
数据位长：8 比特位；	ETX/ACK 方式：无效；	状态应答：无效。

(2)检验键盘；

(3)检验开出回路；

开出回路的检查：传动跳闸 CPU 的每个保护，检查相应保护的跳闸输出触点是否可靠闭合，传动信号 CPU 的每个保护，检查相应保护的输出信号触点是否可靠闭合的，同时信号触点的类型（瞬动或保持）是否满足要求。

3.1.6 检验开入量输入回路

将开入回路对应的开入量（保护硬压板、开关量等）开入，即在开入量对应的端子和公共端子上按规格施加直流 110V 或 220V 的电源，在管理机的开入菜单里观察开入变位是否动作，同时观察管理机的弹出报告是否正确。

3.1.7 检验定值输入功能

(1)输入定值；

(2)固化定值。

3.1.8 通道校正功能

在管理机的通道菜单里，按照显示的通道输入额定的电流电压量，通过改变通道校正系数使显示的采样值与施加的量尽可能接近。此项调节应该按照跳闸 CPU 和信号 CPU 分别进行。

3.1.9 监控组网方式的设置

(1) 管理机通讯菜单下的单/双网络配置项，可设置为“双”或“单”。

设置为“双”时，表示通过双网络与自动化系统相联；

设置为“单”时，表示通过单网络与自动化系统相联。

(2) 管理机通讯菜单下的单/多装置打印项，可设置为“单”或“多”。

设置为“单”时，表示通过其就地打印口（通讯插件后面板的下方一个 9 针连接器）进行打印，此项功能用于单装置保护性能测试；

设置为“多”时，表示通过网络打印口与共享器配合进行网络打印，此项功能用于整屏多装置保护性能测试。

(3) 通过双网络与自动化系统相联，不需要网络打印功能时（适用于单保护装置或一个电量保护装置和一个非电量保护装置的保护性能测试）。

此时单/双网络配置项需设置为双，单/多装置打印项需设置为单，具体设置如下：

◆ 通讯插件设置如下：

a. PC 机调试口：装置前面板 9 针插孔。

b. 就地打印口：通讯插件后面板的下方一个 9 针连接器。

c. GPS 口：通讯插件后面板的上方一个 9 针连接器，可通过跳线设置为 RS232C 或 RS485。

RS232C 跳线方式：S9 的 1 设置为 OFF，2 设置为 ON，9 针插孔的 2 接 RXD，3 接 TXD，5 接 GND。

RS485　跳线方式：S9 的 1 设置为 ON，2 设置为 OFF，9 针插孔的 6 接 RX＋，7 接 RX－。

d. 监控接口 1：通讯插件后面板接线端子的 9 和 12 并联接正，10 和 11 并联接负。

跳线方式：S1 的 1 设置为 ON，2 设置为 OFF，S3 的 1、2 均设置为 OFF，S5 的 1、2 均设置为 ON，S7 的 1、2 均设置为 OFF。

e. 监控接口 2：通讯插件后面板接线端子的 13 正，14 接负。

跳线方式：S2 的 1 设置为 OFF，2 设置为 ON，S4 的 1、2 均设置为 OFF，S6 的 1、2 均设置为 ON，S8 的 1、2 均设置为 OFF。

◆ 双装置打印（适用于一个电量保护装置和一个非电量保护装置），此项功能用于整屏双装置保护性能测试。具体设置如下：

a. 将电量保护装置及非电量保护装置两个保护装置的 LON 通讯网（通讯插件上的 6、7、8 号端子）连接在一起。

b. 通过电量保护装置（或非电量保护装置）管理机的通讯子菜单中的管理机投退项退出该装置的管理机。

c. 通过电量保护装置（或非电量保护装置）的管理机进行双装置管理，此时需将本装置管理机的 CPU 总个数设置为 3，通过其就地打印口（通讯插件后面板的下方一个 9 针连接器）进行双装置打印。

(4) 通过双网络与自动化系统相联，一面屏有多台保护装置时需要网络打印功能。

此时单/双网络配置项需设置为**双**，单/多装置打印项需设置为**多**。而且需要使用 RS232/RS485（波士电子公司）转换器与网络打印共享器连接实现网络打印。此项功能用于整屏多装置保护性能测试。具体设置如下：

◆ 通讯插件设置如下：

◆ PC 机调试口：装置前面板 9 针插孔。

◆ 就地打印口：通讯插件后面板的下方一个 9 针连接器。

◆ 网络打印口：通讯插件后面板的上方一个 9 针连接器。

RS232C 跳线方式：S9 的 1=OFF，2=ON，9 针插孔的 2 为 RXD，3 为 TXD，5 为 GND。

◆ 监控接口 1：通讯插件后面板接线端子的 9 和 12 并联接正，10 和 11 并联接负。

跳线方式：S1 的 1 设置为 ON，2 设置为 OFF，S3 的 1、2 均设置为 OFF，S5 的 1、2 均设置为 ON，S7 的 1、2 均设置为 OFF。

◆ 监控接口 2：通讯插件后面板接线端子的 13 正，14 接负。

跳线方式：S2 的 1 设置为 OFF，2 设置为 ON，S4 的 1、2 均设置为 OFF，S6 的 1、2 均设置为 ON，S8 的 1、2 均设置为 OFF。

◆ RS232/RS485 转换器使用说明：

每台保护装置各需要一个转换器。将 RS232/RS485 转换器的一端接于保护装置的网络打印口，每个转换器另一端的相应端子短接后与网络打印共享器的 RS485 口相连。

◆ 网络打印共享器（以下简称共享器）说明：

工作电源：交流 220V；

RS485 口（485 口）：用于与保护装置通讯；

RS232 口（PRN 口）：连接打印机。

工程供货时，还需提供共享器通讯电缆。

指示灯说明：

RUN 绿灯： 正常运行时快速闪动，频率为 5Hz；

485 红灯： 通讯指示灯，共享器与保护装置通讯时点亮；

PRN 红灯： 打印指示灯，打印时点亮。

网络打印共享器的具体使用方法请参考（5）通过单网络与自动化系统相联中的说明。

(5) 通过单网络与自动化系统相联。

此时单/双网络配置项需设置为**单**，单/多装置打印项需设置为**多**，需与网络打印共享器配合使用。此项功能用于整屏多装置保护性能测试。具体设置如下：

◆ 通讯插件设置如下：

a. PC 机调试口：装置前面板 9 针插孔。

b. 就地打印口：通讯插件后面板的下方一个 9 针连接器。

c. GPS 口：通讯插件后面板的上方一个 9 针连接器，可通过跳线设置为 RS232C 或 RS485。

RS232C 跳线方式：S9 的 1 设置为 OFF，2 设置为 ON，9 针插孔的 2 接 RXD，3 接 TXD，5 接 GND。

RS485 跳线方式：S9 的 1 设置为 ON，2 设置为 OFF，9 针插孔的 6 接 RX＋，7 接 RX－。

d. 监控接口： 通讯插件后面板接线端子的 9 和 12 并联接正，10 和 11 并联接负。

跳线方式：S1 的 1 设置为 ON，2 设置为 OFF，S3 的 1、2 均设置为 OFF，S5 的 1、2 均设置为 ON，S7 的 1、2 均设置为 OFF。

e. 网络打印口：通讯插件后面板接线端子的 13 接正，14 接负。

跳线方式：S2 的 1 设置为 OFF，2 设置为 ON，S4 的 1、2 均设置为 OFF，S6 的 1、2 均设置为 ON，S8 的 1、2 均设置为 OFF。

◆ 网络打印共享器（以下简称共享器）说明：

工作电源：交流 220V；

RS485 口（485 口）：用于与保护装置通讯；

RS232 口（PRN 口）：连接打印机。

工程供货时，还需提供共享器通讯电缆。

指示灯说明：

RUN 绿灯： 正常运行时快速闪动，频率为 5Hz；

485 红灯： 通讯指示灯，共享器与保护装置通讯时点亮；

PRN 红灯：　打印指示灯，打印时点亮。

◆ 通过网络打印口与共享器配合进行网络打印，此项功能用于整屏多装置保护性能测试。具体设置如下：

a. 将本屏上所有保护装置通讯插件端子的 13 相互短接（485＋），14 相互短接（485－），然后分别接到保护屏端子排上。

b. 将共享器 485 口上的通讯线插入到 485 口中，正对共享器 485 口及 PRN 口看，从左至右依次为 1 至 8。将第 7、8 两根线分别接到端子排的相应端子上，其中第 7 根线接 485＋，第 8 根线接 485－。

c. 将共享器 PRN 口接到打印机的打印电缆上。

d. 将交流 220V 电源接到共享器的电源端子上。

e. 共享器给上电源后，首先打印共享器的软件版本号及 CRC 码，然后打印检测到的装置。

f. 对不同的保护装置,建议装置子站地址从 001 开始可分别设置为 001、002、003…。具体设置方法可参见人机接口部分。

g. 800 系列保护装置可与 800 系列备自投装置公用共享器进行网络打印。

注意：以上测试于装置出厂前进行，在插件及装置无损坏的情况下，现场测试无需重复该项工作。

3.2 保护性能检验

在按照上述操作做好前期工作后，按本调试方法要求对所配置保护逐项进行测试（装置出厂前调试按每项定值在定值范围内任取三点进行测试，用户现场测试按照定值通知单内容进行测试）。

σ 统一说明：

（1） 跳闸 CPU 包含所有动作于跳闸出口的保护，信号 CPU 包含所有动作于跳闸出口的保护和动作于信号的保护；

（2） 动作于跳闸出口的保护，配置有硬压板和软压板；动作于信号的保护只有软压板；

（3）硬压板投退说明：出厂前整屏调试及用户现场调试时，对照图纸直接投入对应的硬压板，单装置调试时，将硬压板对应的开入量投入即可。

（4）软压板投退说明：软压板的投退要针对跳闸 CPU、信号 CPU 分别进行。

（5）定值整定说明：定值整定要针对跳闸 CPU、信号 CPU 分别进行，两套定值应整定一致（动作于信号的保护只需整定信号 CPU 一套定值）。

（6）保护动作指示灯说明：所有动作于跳闸出口的保护动作时，装置面板上启动、信号和跳闸指示灯同时点亮；所有动作于信号的保护动作时，装置面板上只有启动和信号指示灯点亮。

（7）保护动作检查说明：保护动作后，除了检查面板指示灯和保护动作报告是否正确之外，还要求检查保护的输出触点（跳闸和信号）是否正确动作。对于跳闸的保护在保护动作后应检查该保护对应的信号触点及出口跳闸触点；对于发信号的保护在保护动作后应检查该保护对应的信号触点。

3.2.1 发电机比率制动式差动保护

(1) 发电机比率制动式差动保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
发电机比率制动式差动保护		
最小动作电流	$0.1I_n-0.1I_n$	$I_{op.0}$
最小制动电流	$0.5I_n-2.0I_n$	$I_{res.0}$
制动特性斜率	0.3-0.7	S
TA 断线闭锁差动	0-1	1：闭锁　0：不闭锁
保护软压板		
比率制动式差动软压板		√：投入　X：退出

(2) 保护性能测试

将差动保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 最小动作电流

发电机差动的出口方式可按工程要求做成“三取二”或“三取一”方式。“三取二”出口方式为三相有两相差动动作，保护才出口，而“三取一”出口方式为三相有任一相差动动作，保护即出口。

以中性点 A，B 相差动为例，接线如图 3-1（如果出口为“三取一”，则只要输入一相电流，不必输入I_2）：

WFB-801(1# 交流输入)

接线	编号	输入量
I1	09	Ia’
I1n	10	In’
I2	11	Ib’
I2n	12	In’
	13	Ic’
	14	In’

图 3-1

固定$I_2 = 1.2I_{op.0}$，逐渐增加I_1至面板指示灯亮，施加值应等于$I_{op.0}$，其误差应符合技术条件的要求。同理，固定$I_1 = 1.2I_{op.0}$，逐渐增加I_2至面板指示灯亮，施加值应等于$I_{op.0}$，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按发电机机端和机尾 A、B、C 相分别施加电流（如为三取二方式则按机端和机尾的 A、B 相，B、C 相，C、A 相分别进行），保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.2) 制动特性斜率

测试制动特性斜率 S 时，按两侧电流输入，在制动区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S = \frac{I_{op2} - I_{op1}}{I_{res2} - I_{res1}} \quad (3\text{-}1)$$

其中I_{op1}，I_{res1}为动作点 1 的动作电流和制动电流，I_{op2}，I_{res2}为动作点 2 的动作电流和制动电流。当两侧电流反相位输入时，动作电流为$\left|I_1 - I_2\right|$，制动电流为$\left|(I_1 + I_2)/2\right|$，$I_1$、$I_2$，分别为其中一个动作点的机端、机尾二次电流，相位相差 180°。

下面以“三取二”的出口方式为例进行说明。

进行该项试验时，需加入四组电流，接线如图 3-2：

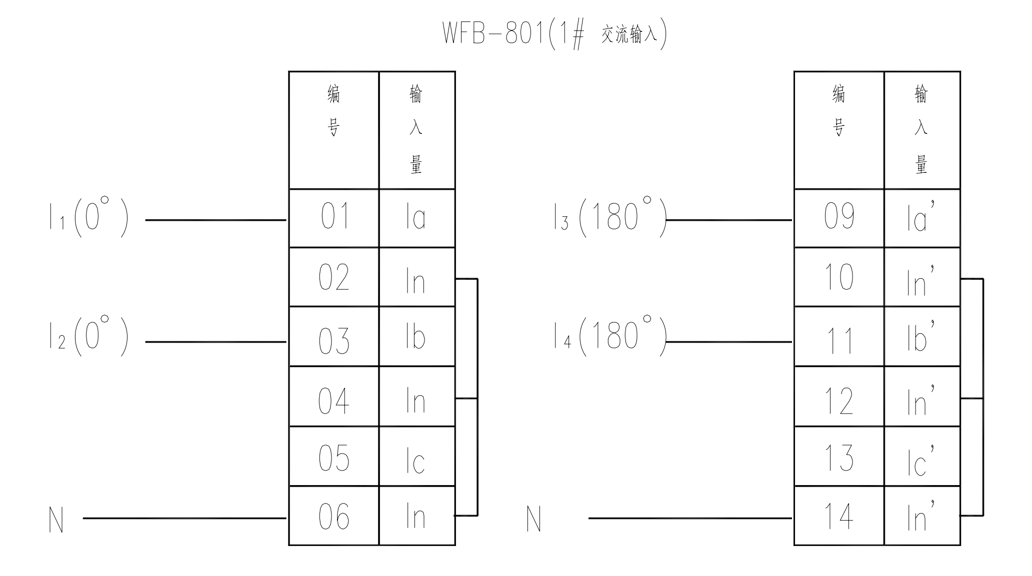


图 3-2

由于一般情况下，所用测试装置不能同时输出四路电流，因此也可用两组电流，接线图如图 3-3：

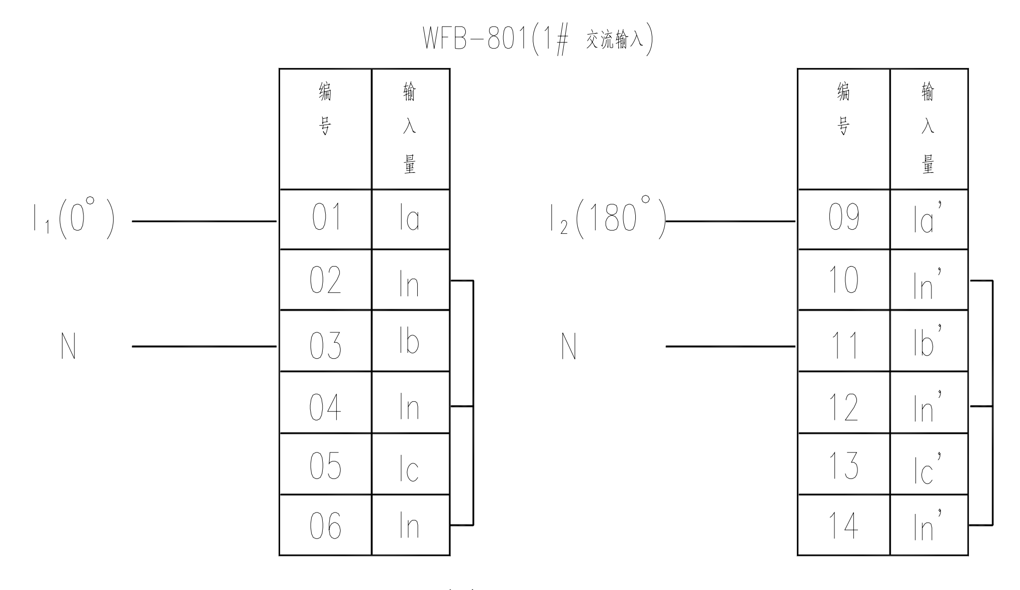


图 3-3

机端侧 A 相施加电流I_1，机尾侧 A 相施加电流I_2，I_1、I_2反相位输入，初始值大于最小制动电流整定值。固定I_1（或I_2），改变I_2（或I_1），逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

例如:定值整定：$I_{op.0}$=2A　$I_{res.0}$=5A　S=0.5。

若施加电流I_1=6A，I_2=6A，缓慢加电流I_2，使保护可靠动作，读取此时I_2=9.33A。

再施加电流I_1'=7.5A，I_2'=7.5A，缓慢加电流I_2'，使保护可靠动作，读取此时I_2'=11.83A。

首先计算出各个动作点的动作电流和制动电流，再根据（3-1）式可算出S=0.5。

该项测试应按 A、B 相，B、C 相，C、A 相分别进行，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.3)TA 断线闭锁

该项试验见发电机 TA 断线的测试。

(2.4)动作时间

在施加两相电流（“三取一”出口方式则施加单相电流）均为最小动作电流的 2 倍的条件下,以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测差动动作时间,其值应不大于 25ms。

3.2.2 发电机 TA 断线

(1)发电机 TA 断线定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
发电机 TA 断线		
额定电流	$0.1I_n$−$1.2I_n$	
以下为保护投退软压板		
TA 断线软压板		√：投入 X：退出

(2)保护性能测试

将发电机 TA 断线的软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)TA 断线

TA 断线能判一相和两相断线。反应一相断线的接线方式如图 3-4：

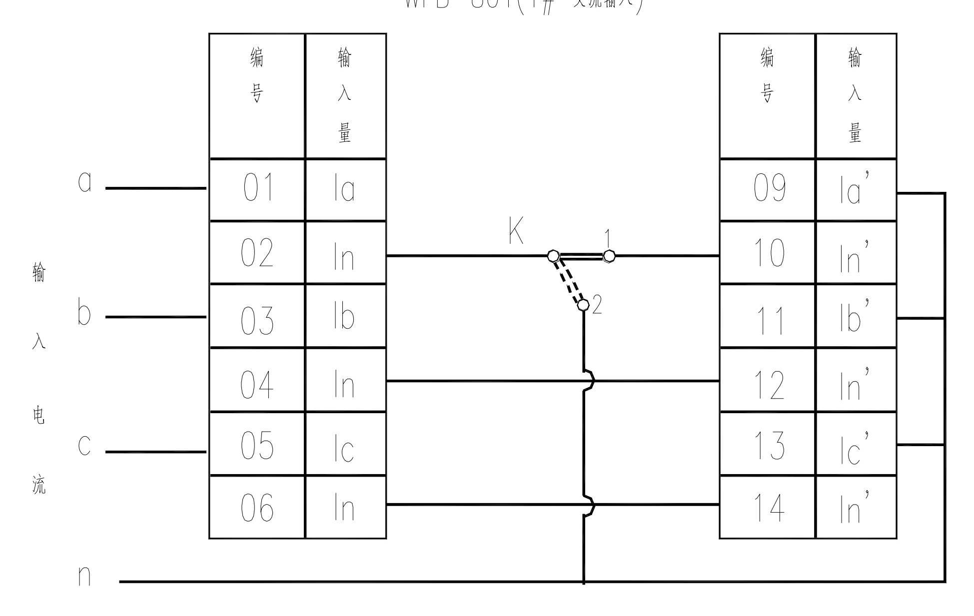


图 3-4

如图施加三相电流，大于 0.15 倍额定电流且小于 1.2 倍额定电流，开关 K 置于位置 1，此时 TA 断线不动作。将开关 K 置于位置 2，则右侧回路的 A 相电流被断开，相当于该相电流断线，TA 断线保护应可靠动作。把开关 K 接于其它相均应满足要求。

反应两相断线的接线方式如图 3-5（以 A，B 相为例）：

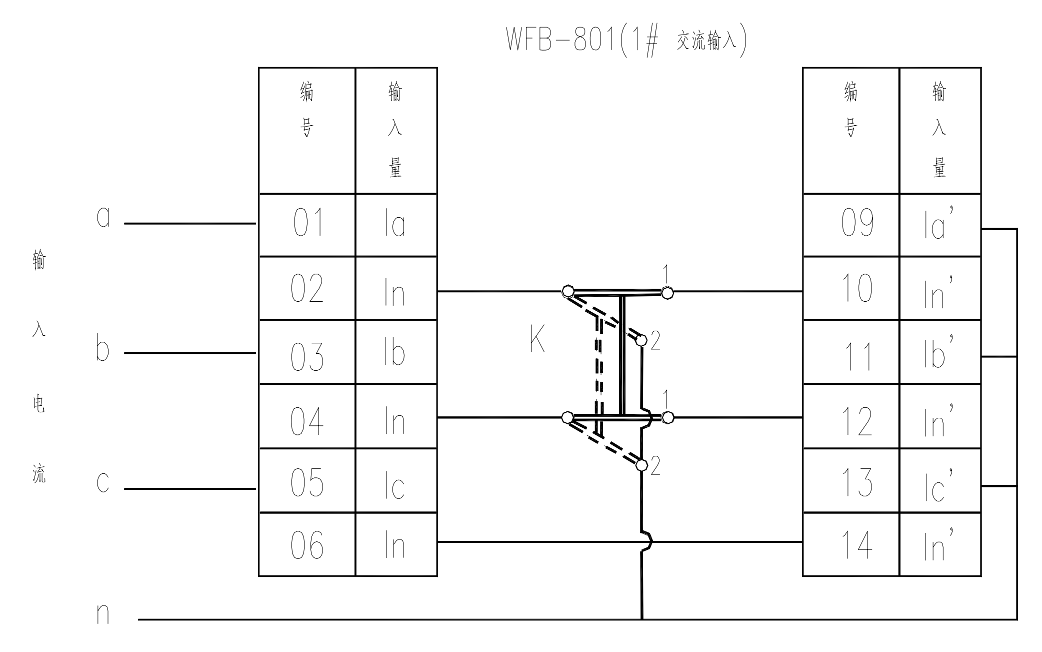


图 3-5

如图施加三相电流，大于 0.15 倍额定电流且小于 1.2 倍额定电流，开关 K 置于位置 1，此时 TA 断线不动作。将开关 K 置于位置 2，则右侧回路的 A，B 相电流被断开，相当于 A，B 相电流断线，TA 断线保护应可靠动作。把开关 K 接于其它两相均应满足要求。

(2.2)TA 断线闭锁差动

将差动保护的硬压板和软压板投入。TA 断线闭锁差动定值整定为 1。

如差动出口为“三取一”，则分别按照图 3-4，图 3-5 接线。施加三相电流，大于差动的最小动作电流同时能满足 TA 断线动作条件。将开关 K 置于位置 2。则 TA 断线动作，差动不会动作。

如差动出口为“三取二”，则按图 3-5 接线。试验方法同上。

3.2.3 发电机不完全差动保护

(1) 发电机不完全差动保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
发电机不完全差动保护		
最小动作电流	$0.1I_n$ −$1.0I_n$	$I_{op.0}$

最小制动电流	$0.5I_n - 2.0I_n$	$I_{res.0}$
制动特性斜率	0.3-0.7	S
分支系数	0.5-5.0	K_{FZ}
TA 断线闭锁差动	0-1	1：闭锁　0：不闭锁
保护软压板		
不完全差动软压板		√：投入　X：退出

(2) 保护性能测试

将不完全差动保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 最小动作电流

在机尾 a 相施加电流I_1。逐渐施加I_1至面板指示灯亮，施加值应等于$I_{op.0}/K_{FZ}$，其误差应符合技术条件的要求。按发电机机尾 a、b、c 相分别施加电流，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

在机端 A 相施加电流I_1。逐渐施加I_1至面板指示灯亮，施加值应等于$I_{op.0}$，其误差应符合技术条件的要求。按发电机机端 A、B、C 相分别施加电流，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.2) 制动特性斜率

测试制动特性斜率 S 时，按两侧电流输入，在制动区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S = \frac{I_{op2} - I_{op1}}{I_{res2} - I_{res1}} \qquad (3\text{-}2)$$

其中I_{op1}，I_{res1}为动作点 1 的动作电流和制动电流，I_{op2}，I_{res2}为动作点 2 的动作电流和制动电流。当两侧电流反相位输入时，动作电流为$|I_1 - K_{FZ} \cdot I_2|$，制动电流为$|(I_1 + K_{FZ} \cdot I_2)/2|$，$I_1$、$I_2$，分别为其中一个动作点的机端、机尾二次电流，相位相差 180°。

机端侧 A 相施加电流I_1，机尾侧 A 相施加电流I_2，I_1、I_2反相位输入，初始值大于最小制动电流整定值。

固定I_1（或I_2），改变I_2（或I_1），逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

例如:定值整定：$I_{op.0}$=2A　$I_{res.0}$=5A　K_{FZ}=1　S=0.5。

若施加电流I_1=6A，I_2=6A，缓慢加电流I_2，使保护可靠动作，读取此时I_2=9.33A。

再施加电流I_1'=7.5A，I_2'=7.5A，缓慢加电流I_2'，使保护可靠动作，读取此

时 I_2'=11.83A。

首先计算出各个动作点的动作电流和制动电流，再根据（3-2）式可算出 S=0.5。

该项测试应按 A、B、C 相分别进行，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.3)TA 断线闭锁

该项试验见发电机 TA 断线的测试。

(2.4)动作时间测试

在施加单相电流为最小动作电流的 2 倍的条件下,以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测差动动作时间,其值应不大于 25ms。

3.2.4 发电机标积差动保护

(1) 发电机标积差动保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
发电机标积差动保护		
最小动作电流	$0.1I_n-1.0I_n$	$I_{op.0}$
最小制动电流	$0.5I_n-2.0I_n$	$I_{res.0}$
制动特性斜率	0.3-0.7	S
最小闭锁电流	$0.5I_n-5.0I_n$	I_{bs}
TA 断线闭锁差动	0-1	1：闭锁 0：不闭锁
保护软压板		
标积差动软压板		√：投入 X：退出

(2) 保护性能测试

将标积差动保护的硬压板和软压板投入,其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 最小动作电流

在机尾 A 相施加电流 I_1，逐渐施加 I_1 至面板指示灯亮，施加值应等于 $I_{op.0}$，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按发电机机端和机尾 A、B、C 相分别施加电流，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.2) 制动特性斜率

测试制动特性斜率 S 时，按两侧电流输入，在制动区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S=\frac{I_{op2}-I_{op1}}{I_{res2}-I_{res1}} \qquad (3\text{-}3)$$

其中I_{op1}，I_{res1}为动作点 1 的动作电流和制动电流，I_{op2}，I_{res2}为动作点 2 的动作电流和制动电流。当两侧电流输入时，动作电流为$\left|\dot{I}_1+\dot{I}_2\right|$，制动电流为$\sqrt{\left|\dot{I}_1\right|\cdot\left|\dot{I}_2\right|\cos\theta}$，$\dot{I}_1$、$\dot{I}_2$，分别为其中一个动作点的机端、机尾二次电流，$\theta$为$\dot{I}_1$和-$\dot{I}_2$的相位差。

机端侧 A 相施加电流I_1，机尾侧 A 相施加电流I_2，I_1、I_2反相位输入，初始值大于最小制动电流整定值，小于闭锁电流整定值。

固定I_1（或I_2)，改变I_2（或I_1)，逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

例如:定值整定：$I_{op.0}$=2A　$I_{res.0}$=5A　I_{bs}=7A　 S=0.5。

若施加电流I_1=6A，I_2=6A，缓慢加电流I_2，使保护可靠动作，读取此时I_2=9.22A。

再施加电流I_1'=7.5A，I_2'=7.5A，缓慢加电流I_2'，使保护可靠动作，读取此时I_2'=11.68A。

首先计算出各个动作点的动作电流和制动电流，再根据（3-3）式可算出 S=0.5。

该项测试应按 A、B、C 相分别进行，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.3)最小闭锁电流

机端侧 A 相施加电流I_1，机尾侧 A 相施加电流I_2，使得I_1，I_2，$I_{res.0}$大于I_{bs}。同时满足动作方程：

$$I_{op}>I_{op.0}+S(I_{res}-I_{res.0}) \qquad (3\text{-}4)$$

其中$I_{op}=\left|\dot{I}_1+\dot{I}_2\right|$，$I_{res}=\sqrt{\left|\dot{I}_1\right|\left|\dot{I}_2\right|\cos\theta}$，$\theta$为$\dot{I}_1$和-$\dot{I}_2$的相位差。

逐渐减少I_1或I_2至面板指示灯亮，此时I_1，I_2，$I_{res.0}$的最小值应等于I_{bs}，其误差应符合技术条件的要求。改变所施加的电流，使得I_1，I_2，$I_{res.0}$分别为三者中的最小值，测出的I_{bs}误差均应符合技术条件的要求。

注意：在改变I_1，I_2时，动作方程（3-4）必须要始终满足。

例如:定值整定：$I_{op.0}$=2A　$I_{res.0}$=5A　I_{bs}=6A　 S=0.5。

若施加电流I_1=7A，I_2=12A，相位相差 180°，缓慢减电流I_1，使保护可靠

动作，读取此时 I_1=6A，误差应符合技术条件的要求。

施加电流 I_1=12A， I_2=7A，相位相差 180°，缓慢减电流 I_2，使保护可靠动作，读取此时 I_2=6A，误差应符合技术条件的要求。

施加电流 I_1=12A， I_2=7A，相位相差 180°，缓慢改变 I_1， I_2 的相位差，使保护可靠动作，计算此时的制动电流 I_{res}=6A，误差应符合技术条件的要求。

该项测试应按 A、B、C 相分别进行，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.4)TA 断线闭锁

该项试验见发电机 TA 断线的测试。

(2.5)动作时间

在施加单相电流为最小动作电流的 2 倍的条件下,以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测差动动作时间,其值应不大于 25ms。

3.2.5 发电机匝间保护（故障分量负序方向原理）

(1)　匝间保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
发电机匝间保护		
负序电流增量	0.02 I_n-0.5 I_n	ε_I
负序电压增量	0.5V-10V	ε_u
负序功率增量	0.1VA-20VA	ε_P
以下为保护投退软压板		
匝间保护软压板		√：投入　X：退出

(2) 保护性能测试

将匝间保护的硬压板和软压板投入,其他所有保护的硬压板和软压板均退出。调试过程中，可以 2.1 或 2.2 方法进行测试。

（2.1）以模拟两相短路的方法测试

(2.1.1) 动作区及最大灵敏角

以模拟 BC 相短路为例，接线图如图 3-6：

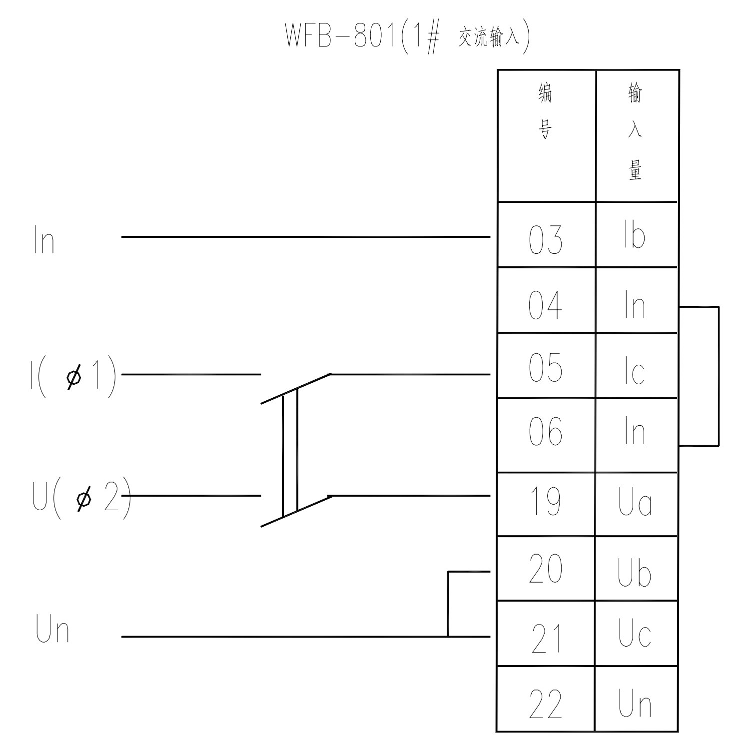


图 3-6

将电压 B、C 相短接，外加电压至U_a（*）、U_b，外加电流至I_c（*）、I_b，电压、电流均经一联动开关 K 接入回路。

固定电压为 87V，电流为额定电流I_n，调电压、电流角度差为某一值，合开关 K，保护应动作，待保护返回后，复归面板的指示灯，再断开关 K，保护仍应动作；改变电压电流角度差，重复上述试验，找出动作边界Φ_{LM1}、Φ_{LM2}，则应满足：

动作区$|\Phi_{LM1}-\Phi_{LM2}|=160°\pm5°$，最大灵敏角$\Phi_{LM}=（\Phi_{LM1}+\Phi_{LM2}）/2=150°\pm5°$。

⚠ 注意：在每一动作点，应多次重复断、合开关动作，每次断、合开关时保护均能可靠动作，才能确定该点处于动作区内。

该项测试应按模拟 BC、CA、AB 短路分别进行，模拟 CA、AB 短路时接线如图 3-7：

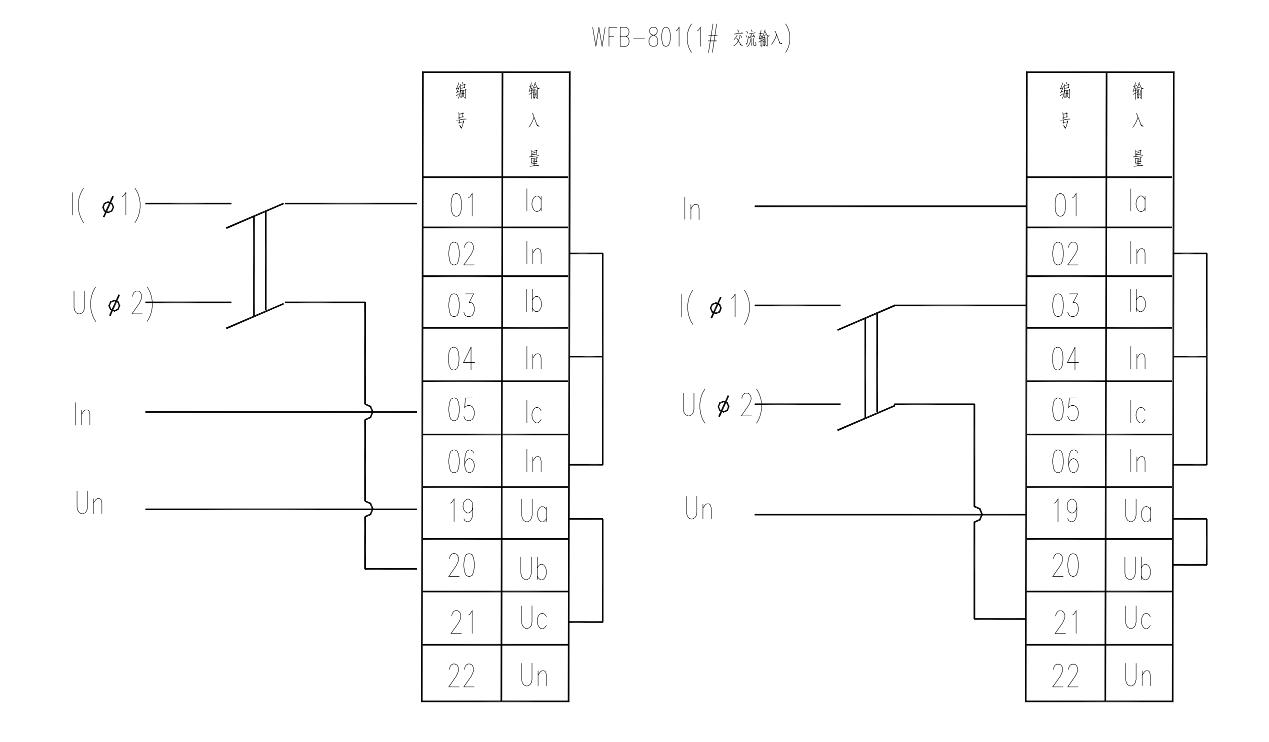


图 3-7

(2.1.2) 动作时间

按上述接线方式，在最大灵敏角下，施加 U=0.3U_n，I=0.4I_n，(注意此时负序电压及负序电流增量定值应设置得尽量小)，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测保护动作时间，其值应不大于 30ms。

(2.2) 以三相方法测试

(2.2.1) 动作区及最大灵敏角测试

以 A 相为例，外加电压至U_a（*）、U_n，外加电流至I_a（*）、I_n，电压、电流均经一联动开关 K 接入回路。

固定电压为 100V，电流为额定电流I_n，调电压、电流角度差为某一值，合开关 K，保护应动作，待保护返回后，复归面板的指示灯，再断开关 K，保护仍应动作；改变电压电流角度差，重复上述试验，找出动作边界Φ_{LM1}、Φ_{LM2}，则应满足：

动作区$|\Phi_{LM1}-\Phi_{LM2}|$=160°±5°，最大灵敏角Φ_{LM}=（$\Phi_{LM1}+\Phi_{LM2}$）/2=60°±5°。

⚠ 注意：在每一动作点，应多次重复断、合开关动作，每次断、合开关时保护均能可靠动作，才能确定该点处于动作区内。

该项测试应按 A、B、C 相分别进行，误差均应满足技术条件要求。

(2.2.2) 动作时间

按上述接线方式，在最大灵敏角下，施加 U=0.3U_n，I=0.4I_n，(注意此时负序电压及负序电流增量定值应设置得尽量小)，以毫秒计(或微机测试仪的时间测

试功能)测保护动作时间,其值应不大于 30ms。

(2.3) 潜动试验

(2.3.1) 电压潜动：电流回路开路，电压回路施加 100V 电压，断合开关 K ，保护不应动作。

(2.3.2) 电流潜动：电压回路短接，电流回路施加 10I_n，断合开关 K，保护不应动作。

注意：由于在施加电流电压的过程中，断合开关时，保护装置计算出的负序增量与断合开关的时间有关，因此静态实验很难检验定值的误差，故负序增量定值误差不作考核指标。

3.2.6 发电机纵向零序过电压型匝间保护

(1)发电机纵向零序过电压保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
发电机纵向零序过电压型匝间保护		
零序动作电压	0.5V-30.0V	U_{op}
延时时间	0.1s-10.0s	t
以下为保护投退软压板		
纵向零序过电压软压板		√：投入 X：退出

(2)保护性能试验

将发电机纵向零序过电压保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 零序动作电压

将延时整定为最小，零序动作电压整定为某一值U_{op}，施加基波电压至面板指示灯亮，施加值应等于U_{op}值，其误差应符合技术条件的要求。

(2.2) 动作时间

电压回路施加 1.2U_{op}，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测保护动作时间, 其误差应符合技术条件的要求。

(2.3) 三次谐波抑制比

在最小整定值下，电压回路施加 150±0.75Hz,100 倍整定电压，保护应可靠不动作。

(2.4) TV 断线闭锁测试

将对应的 TV 断线保护的软压板投入，施加动作量使 TV 断线保护动作（详见 TV 断线保护测试），此时使零序过电压动作条件满足，保护应不误动作。

3.2.7 发电机高灵敏零序电流横差保护

(1)发电机高灵敏零序电流横差保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
发电机高灵敏零序电流横差保护		
最小动作电流	$0.1I_n$-$1.0I_n$	$I_{op.0}$
最小制动电流	$0.5I_n$-$2.0I_n$	$I_{set.0}$
制动特性斜率	0.3-0.7	S
一点接地后延时时间	0.1s-1s	t
有无制动选择	0-1	0：无制动 1：有制动
以下为保护投退软压板		
单元件横差软压板		√：投入 X：退出

(2) 保护性能试验（有制动特性）

将零序电流横差保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 最小动作电流

将有无制动选择控制字整定为 1，最小动作电流整定为某一值$I_{op.0}$，施加零序电流至面板指示灯亮，施加值应等于$I_{op.0}$值，其误差应符合技术条件的要求。

(2.2) 制动特性斜率

测试制动特性斜率 S 时，应在机端输入三相电流(最大相的电流即为制动电流)，在制动区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S=\frac{(I_{op1}-I_{op2})\cdot I_{res.0}}{(I_{res1}-I_{res2})\cdot I_{op.0}} \qquad (3\text{-}5)$$

其中：I_{op1},I_{res1}为动作点 1 的横差电流和制动电流，I_{op2}，I_{res2}为动作点 2 的横差电流和制动电流。$I_{op.0}$为横差最小动作电流整定值，$I_{res.0}$为最小制动电流整定值，S为制动特性斜率。

施加零序电流I_0和机端 A 相（或 B、C 相）I_1，使得I_1大于$I_{res.0}$，，改变I_0和I_1，逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

(2.3) 三次谐波抑制比

在最小整定值下，电压回路施加 150±0.75Hz，100 倍整定电压，保护应可靠不动作。

(2.4) 瞬时动作时间

施加 $1.5I_{op.0}$的零序电流，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测保护动作时间，其值应不大于 35ms。

(2.5) 一点接地后延时动作时间

在使转子一点接地保护动作后（具体可见转子接地保护的测试方法），再施

加 1.2 $I_{op.0}$ 的零序电流，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测保护动作时间，其误差应符合技术条件的要求。

(3) 保护性能试验（无制动特性）

将零序电流横差保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(3.1) 最小动作电流

将有无制动选择控制字整定为 0，最小动作电流整定为某一值 $I_{op.0}$，测试方法同(2.1)。

(3.2) 三次谐波抑制比

测试方法同(2.3)。

(3.3) 瞬时动作时间

测试方法同(2.4)。

(3.4) 一点接地后延时动作时间

测试方法同(2.5)。

3.2.8 变压器(发变组)差动保护

(1) 变压器(发变组)差动保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
变压器比率制动差动保护		
最小动作电流	0.2 I_n -1.0 I_n	$I_{op.0}$
最小制动电流	0.5 I_n -1.2 I_n	$I_{res.0}$
制动特性斜率	0.3-0.7	S
2 次谐波制动系数	0.15--0.30	K_2
5 次谐波制动系数	0.25-0.45	仅用于 500kV 变压器
差动第 1 侧平衡系数	0.1-4	
差动第 2 侧平衡系数	0.1-4	
差动第 3 侧平衡系数	0.1-4	
五次谐波投退	0-1	1：投入　0：退出
识别励磁涌流方式	0-1	1：波形畸变 0：二次谐波
差流速断电流	1.0 I_n -10.0 I_n	
TA 闭锁差动	0-1	1：闭锁　0：不闭锁
差流越限电流	0.1 I_n -1.0 I_n	
差流越限延时	0.1s-10s	
以下为保护投退软压板		

比率制动差动软压板		√：投入 X：退出
差流速断软压板		√：投入 X：退出
差流越限软压板		√：投入 X：退出

由于变压器差动保护二次 TA 为全星型接线，对于一次绕组为 Y/Y/Y 或 Y/Y/Δ或 Y/Δ/Δ的变压器，需要软件对所有一次绕组为 Y 型接线的二次电流进行相位和幅值补偿，补偿方式为：

$$I_a = \frac{I'_{AY} - I'_{BY}}{\sqrt{3}}$$

$$I_b = \frac{I'_{BY} - I'_{CY}}{\sqrt{3}}$$

$$I_c = \frac{I'_{CY} - I'_{AY}}{\sqrt{3}}$$

其中I_a、I_b、I_c为补偿后二次电流（即保护装置实时参数显示的电流），I'_{AY}、I'_{BY}、I'_{CY}为输入的二次电流。

经过软件补偿以后，其调试方法与一次绕组接线为Δ/Δ/Δ的变压器有所不同。例如一次绕组接线方式为 Y/Y/Y 时，在任一侧加入单相电流时，保护同时测到两相电流，加入 A 相电流，则保护同时测到 A、C 两相电流；加入 B 相电流，则保护同时测到 B、A 两相电流；加入 C 相电流，则保护同时测到 C、B 两相电流。并且利用单相电流作试验时，所加电流值与保护测到的电流值幅值相差 1.732 倍（同时加入三相电流时，没有幅值差异）。

在具体工程中，根据实际工程的变压器接线方式，选择相对应的测试方法。

(2) 保护性能测试（变压器一次绕组接线方式为Δ/Δ/Δ）

将差动保护的硬压板和软压板（包括比率制动差动软压板，差流速断软压板，差流越限软压板）投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 最小动作电流

$$I = I_{op.0} / K_p$$

式中：I 调试时施加电流值

K_p施加电流侧的平衡系数

$I_{op.0}$最小动作电流整定值

对高压侧 A 相施加电流至面板指示灯亮，施加值应等于上式中 I 值，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别施加电流，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.2) 制动特性斜率

制动特性斜率测试时，按每两侧之间进行试验，即高对中、高对低、中对低分别进行。两侧电流输入，在制动区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S=\frac{I_{op2}-I_{op1}}{I_{res2}-I_{res1}} \qquad (3\text{-}6)$$

其中I_{op1}，I_{res1}为动作点 1 的动作电流和制动电流，I_{op2}，I_{res2}为动作点 2 的动作电流和制动电流。当两侧电流反相位输入时，动作电流为$\left|I_1K_{p1}-I_2K_{p2}\right|$，制动电流为$Max\{\left|I_1K_{p1}\right|,\left|I_2K_{p2}\right|\}$，$I_1$、$I_2$为输入的电流，$K_{p1}$，$K_{p2}$为对应侧的平衡系数。

以高对中 A 相制动特性斜率测试为例，高压侧 A 相施加电流I_1，中压侧 A 相施加电流I_2，I_1、I_2反相位输入，初始值大于最小制动电流整定值$1/K_P$倍。固定I_1（或I_2)，改变I_2（或I_1)，逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

例如:定值整定：$I_{op.0}$=2A　$I_{res.0}$=5A　S=0.5　平衡系数均整定为 1。

若施加电流I_1=6A，I_2=6A，缓慢加电流I_2，使保护可靠动作，读取此时I_2=11A。

再施加电流I_1'=7.5A，I_2'=7.5A，缓慢加电流I_2'，使保护可靠动作，读取此时I_2'=14A。

首先计算出各个动作点的动作电流和制动电流，再根据式（3-6）可算出 S=0.5。

该项试验应按变压器高对中 A 相、B 相、C 相，高对低 A 相、B 相、C 相，中对低 A 相、B 相、C 相分别进行。

(2.3) 励磁涌流闭锁方式

该项测试利用微机测试仪的谐波迭加功能。

(2.3.1) 二次谐波原理

二次谐波制动系数测试

将励磁涌流闭锁方式整定为 0。施加单侧单相基波电流$I=1.2\cdot\frac{I_{op.0}}{K_p}$（注意：为了保证差流速断保护不动作，可以将差流速断电流定值整定大一些)，迭加二次谐波量$K_2=K_{2.0}$-0.05（K_2为微机测试仪输出二次谐波占基波的比例，$K_{2.0}$为保护装置二次谐波制动系数定值)，以此合成电流突加到差动保护，该装置应可靠动作。同样迭加二次谐波量$K_2=K_{2.0}$+0.05，该装置不应误动 。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

（2.3.2）波形不对称原理

将励磁涌流闭锁方式整定为 1。施加单侧单相基波电流 $I = 1.2 \cdot \frac{I_{op.0}}{K_p}$，（注意：为了保证差流速断保护不动作，可以将差流速断电流定值整定大一些），迭加二次谐波量 K_2=0.10，以此合成电流突加到差动保护，该装置应可靠动作；同样迭加二次谐波量 K_2=0.20，以此合成电流突加到差动保护，该装置不应误动。

该项试验应按变压器各侧分别测试。

(2.4)高定值动作区

当 TA 饱和时，差动按照高定值动作。下面的测试方法用来验证高定值动作方程，检验制动特性斜率 S（装置内部固定为 0.7）的误差。按每两侧之间进行试验，即高对中、高对低、中对低分别进行。两侧电流输入，在高定值动作区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S = \frac{I_{op1} - I_{op2}}{I_{res1} - I_{res2}} \qquad (3\text{-}7)$$

式中的含义与（2.2）一样，即动作电流和制动电流计算方法同（2.2）。

以高对中 A 相测试为例，高压侧 A 相施加电流 I_1，迭加三次谐波量 K_3= 0.25，中压侧 A 相施加电流 I_2，I_1、I_2 反相位输入，初始值大于 $1.1I_n/K_P$。固定 I_1（或 I_2），改变 I_2（或 I_1），逐点测出动作点，再根据公式（3-7）计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器高对中 A 相、B 相、C 相，高对低 A 相、B 相、C 相，中对低 A 相、B 相、C 相分别进行。

(2.5)五次谐波制动系数

将五次谐波制动投入整定为 1，施加单侧单相基波电流 $I = 1.2 \cdot \frac{I_{op.0}}{K_p}$，差流速断定值以下，迭加五次谐波量 K_5= $K_{5.0}$-0.05（K_5 为五次谐波占基波的比例，$K_{5.0}$ 为五次谐波制动系数定值），以此合成电流突加到差动保护，该装置应可靠动作。同样迭加五次谐波量 K_5= $K_{5.0}$+0.05，该装置不应误动。

将五次谐波制动投入整定为 0，则五次谐波不应闭锁差动保护。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

(2.6) 平衡系数

将三侧平衡系数整定为不为 1 的任意数，进行最小动作电流测试，测试结果应满足 $I = \frac{I_{op.0}}{K_p}$，误差符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

(2.7) TA 断线闭锁差动

将该控制字整定为 0 时，TA 断线不闭锁差动；整定为 1 时，TA 断线闭锁差动。进行该项测试时，需将 TA 断线保护软压板投入。具体可见变压器 TA 断线的测试方法。

(2.8) 差流速断动作电流

$$I = I_{sd} / K_P$$

该项试验方法同(2.1)，但由于施加电流量较大，每次通电流时间应尽量短，以免损坏电流变换器。若试验仪器输出电流有限，交流回路可接成差流方式试验。

(2.9) 动作时间

施加单侧单相电流为最小动作电流的 $\frac{2}{K_P}$ 倍，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测差动动作时间，其值应不大于 30ms。

施加差流为速断动作电流的 $\frac{1.5}{K_P}$ 倍，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测速断动作时间，其值应不大于 20ms。

(2.10)差流越限电流

将延时时间整定为最小，施加单侧单相电流至面板指示灯亮，所加电流应为告警电流整定值的 $\frac{1}{K_P}$ 倍，误差应符合技术条件要求。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

(2.11)差流越限延时

施加单侧单相电流为差流越限告警电流整定值的 $\frac{1.2}{Kp}$ 倍，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测动作时间，误差应符合技术条件要求。

(3) 保护性能测试（变压器一次绕组接线方式为 Y/Y/Y）

(3.1)最小动作电流

$$I = \frac{I_{op.0} \cdot \sqrt{3}}{K_p}$$

式中：$I_{op.0}$ 最小动作电流整定值

I 外部施加电流

K_P 相应的平衡系数

测试方法同(2.1)，该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

注意：通入 A 相电流，A、C 相动作

通入 B 相电流，B、A 相动作

通入 C 相电流，C、B 相动作

(3.2) 制动特性斜率

制动特性斜率测试时，按每两侧之间进行试验，即高对中、高对低、中对低分别进行。两侧电流输入，在制动区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S = \frac{I_{op1} - I_{op2}}{I_{res1} - I_{res2}} \qquad (3\text{-}8)$$

其中 I_{op1}，I_{res1} 为动作点 1 的动作电流和制动电流，I_{op2}，I_{res2} 为动作点 2 的动作电流和制动电流。当两侧电流反相位输入时，动作电流为 $\left|I_1K_{p1} - I_2K_{p2}\right|/\sqrt{3}$，制动电流为 $Max\{\left|I_1K_{p1}\right|,\left|I_2K_{p2}\right|\}/\sqrt{3}$，$I_1$、$I_2$ 为输入的电流，K_{p1}，K_{p2} 为对应侧的平衡系数。

该项试验应按变压器高对中 A 相、B 相、C 相，高对低 A 相、B 相、C 相，中对低 A 相、B 相、C 相分别进行。

做 A 相制动系数，A、C 相同时动作；做 B 相制动系数，B、A 相同时动作；做 C 相制动系数，C、B 相同时动作。

(3.3)励磁涌流闭锁方式

该项测试利用微机测试仪的谐波迭加功能。

(3.3.1) 二次谐波原理

二次谐波制动系数测试

将励磁涌流闭锁方式整定为 0。施加单侧单相基波电流 $I = 1.2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I_{op.0}}{K_p}$（注意：为了保证差流速断保护不动作，可以将差流速断电流定值整定大一些），迭加二次谐波量 $K_2 = K_{2.0}$−0.05（K_2 为微机测试仪输出二次谐波占基波的比例，$K_{2.0}$ 为保护装置二次谐波制动系数定值），以此合成电流突加到差动保护，该装置应可靠动作。同样迭加二次谐波量 $K_2 = K_{2.0}$+0.05，该装置不应误动 。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

(3.3.2) 波形不对称原理

将励磁涌流闭锁方式整定为 1。施加单侧单相基波电流 $I = 1.2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I_{op.0}}{K_p}$，(注意：为了保证差流速断保护不动作，可以将差流速断电流定值整定大一些)，迭加二次谐波量 K_2=0.10，以此合成电流突加到差动保护，该装置应可靠动作；同样迭加二次谐波量 K_2=0.20，该装置不应误动 。

该项试验应按变压器各侧分别测试。

(3.4) 高定值动作区

当 TA 饱和时，差动按照高定值动作。下面的测试方法用来验证高定值动作方程，检验制动特性斜率 S（装置内部固定为 0.7）的误差。按每两侧之间进行试验，即高对中、高对低、中对低分别进行。两侧电流输入，在高定值动作区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S=\frac{I_{op1}-I_{op2}}{I_{res1}-I_{res2}} \qquad (3\text{-}9)$$

式中的含义与（3.2）一样。

以高对中 A 相测试为例，高压侧 A 相施加电流 I_1，迭加三次谐波量 K_3= 0.25，中压侧 A 相施加电流 I_2， I_1、 I_2 反相位输入，初始值大于 $\sqrt{3}\cdot 1.1\cdot I_n/K_P$ 。固定 I_1（或 I_2），改变 I_2（或 I_1），逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器高对中 A 相、B 相、C 相，高对低 A 相、B 相、C 相，中对低 A 相、B 相、C 相分别进行。单加 A 相电流时，A、C 相同时动作；单加 B 相电流时，B、A 相同时动作；单加 C 相电流时，C、B 相同时动作。

(3.5)五次谐波制动系数

将五次谐波制动投入整定为 1，施加单侧单相基波电流 $I=1.2\cdot\sqrt{3}\cdot\frac{I_{op.0}}{K_p}$，差流速断定值以下，迭加五次谐波量 K_5= $K_{5.0}$ −0.05（ K_5 为五次谐波占基波的比例，$K_{5.0}$ 为五次谐波制动系数定值），以此合成电流突加到差动保护，该装置应可靠动作。同样迭加五次谐波量 K_5= $K_{5.0}$ +0.05，该装置不应误动。

将五次谐波制动投入整定为 0，则五次谐波不应闭锁差动保护。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

(3.6) 平衡系数

将三侧平衡系数整定为不为 1 的任意数，进行最小动作电流测试，测试结果应满足 $I=\sqrt{3}\cdot\frac{I_{op.0}}{K_p}$，误差符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

(3.7) TA 断线闭锁差动

测试方法同（2.7）

(3.8) 差流速断动作电流

$$I=\sqrt{3}\cdot\frac{I_{sd}}{K_p}$$

该项试验方法同（2.1），但由于施加电流量较大，每次通电流时间应尽量短，

以免损坏电流变换器。若试验仪器输出电流有限，交流回路可接成差流方式试验。

注意：通入 A 相电流，A、C 相动作

通入 B 相电流，B、A 相动作

通入 C 相电流，C、B 相动作

(3.9) 动作时间

施加单侧单相电流 $I = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I_{op.0}}{K_p}$，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测差动动作时间，其值应不大于 30ms。

施加单侧单相电流 $I = 1.5 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I_{sd}}{K_p}$，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测差流速断动作时间，其值应不大于 20ms。

(3.10)差流越限电流

将延时时间整定为最小，施加单侧单相电流至面板指示灯亮，所加电流应为告警电流整定值的 $\frac{\sqrt{3}}{K_p}$ 倍，误差应符合技术条件要求。

该项试验应按变压器各侧 A、B、C 相分别测试。

(3.11)差流越限延时

施加单侧单相电流为差流越限告警电流整定值的 $1.2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{K_p}$ 倍，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测动作时间，误差应符合技术条件要求。

(4) 保护性能测试（变压器一次绕组接线方式为 Y/Y/Δ）

(4.1)最小动作电流

高、中压侧测试同(3.1)，低压侧测试同(2.1)。

(4.2)制动特性斜率

制动特性斜率测试时，按每两侧之间进行试验，即高对中、高对低、中对低分别进行。两侧电流输入，在制动区找出两个动作点来测试制动特性斜率。

高对中压侧测试同(3.2)，制动特性斜率计算公式同（3-8）；高对低、中对低测试时制动特性斜率为：

$$S = \frac{I_{op1} - I_{op2}}{I_{res1} - I_{res2}} \qquad (3\text{-}10)$$

其中 I_{op1}，I_{res1} 为动作点 1 的动作电流和制动电流，I_{op2}，I_{res2} 为动作点 2 的动作电流和制动电流。当两侧电流反相位输入时，动作电流为 $\left| I_1 K_{p1} / \sqrt{3} - I_2 K_{p2} \right|$，制动电流为 $Max\{ \left| I_1 K_{p1} / \sqrt{3} \right|, \left| I_2 K_{p2} \right| \}$，$I_1$、$I_2$ 分别为高（中）、低压侧电流，K_{p1}，

K_{p2}为对应侧的平衡系数。

注意：在进行高对低、中对低制动特性斜率试验时，应接入一个补偿电流方能进行。

以高对低 A 相制动特性斜率测试为例，试验接线如图 3-8：

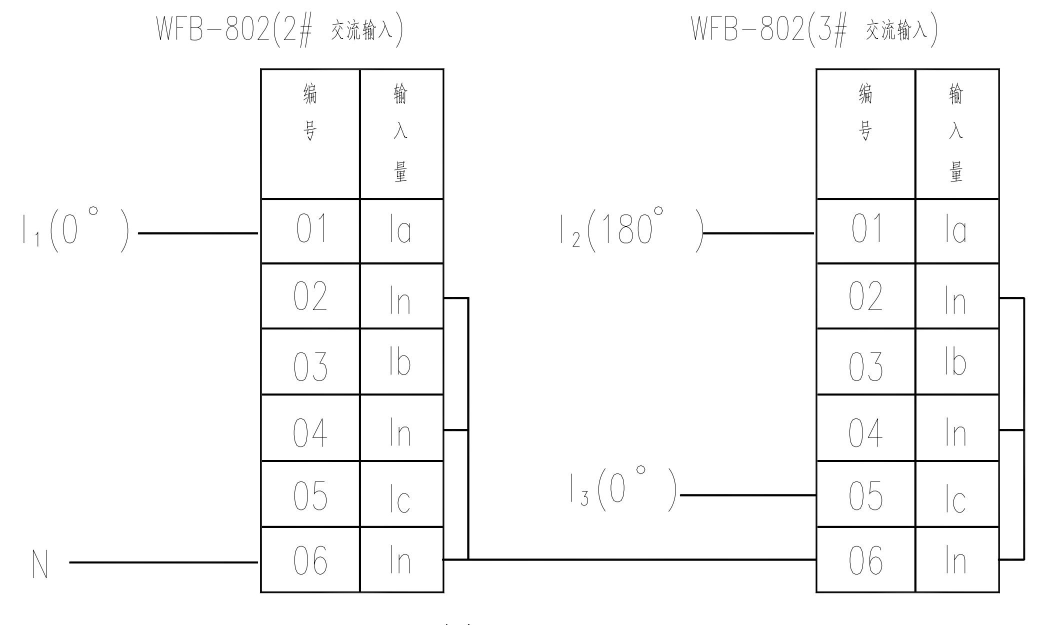


图 3-8

高压侧加 A 相$I_1\angle 0°$，低压侧加 A、C 相电流分别为$I_2\angle 180°$，$I_3\angle 0°$，其中$I_1>\frac{\sqrt{3}\cdot I_{res.0}}{K_P}$，$I_2>\frac{I_{res.0}}{K_P}$，$I_3=\frac{I_1}{\sqrt{3}}$，$I_3$即为补偿电流（做 B 相试验时，在低压侧 A 相通入补偿电流。做 C 相试验时，在低压侧 B 相通入补偿电流）。固定 I1 和 I3,改变 I2, 逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

例如:定值整定：$I_{op.0}$=2A　$I_{res.0}$=5A　S=0.5　所有平衡系数为 1

若施加电流I_1=8A∠0°，I_2=8A∠180°，I_3=4.62A∠0°，缓慢加电流I_2，使保护刚好动作，读取此时I_2=8.24A。

再施加电流I_1=6A∠0°，I_2=6A∠180°，I_3=3.46A∠0°，缓慢加电流I_2，使保护刚好动作，读取此时I_2=5.93A。

根据上述公式可算出 S=0.5，误差应符合技术条件要求。

(4.3)励磁涌流闭锁方式

高、中压侧测试同(3.3)，低压侧测试同(2.3)。

(4.4)高定值动作区

当 TA 饱和时，差动按照高定值动作。下面的测试方法用来验证高定值动作方程，检验制动特性斜率 S（装置内部固定为 0.7）的误差。按每两侧之间进行试验，即高对中、高对低、中对低分别进行。高对中压侧测试同(3.4)，制动特

性斜率计算公式同（3-9）；高对低、中对低测试时，接线同图 3-8，在接入一个补偿电流方能进行测试。两侧电流输入，在高定值动作区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S = \frac{I_{op1} - I_{op2}}{I_{res1} - I_{res2}} \qquad (3\text{-}11)$$

式中的含义与（4.2）一样。

以高对低 A 相测试为例，高压侧 A 相施加电流 I_1，迭加三次谐波量 K_3= 0.25，低压侧 A、C 相施加电流 I_2， I_3， I_2、 I_1 反相位输入， I_3 与 I_1 同相位输入。其中 $I_1 > \frac{\sqrt{3} \cdot 1.1 I_n}{K_P}$， $I_2 > \frac{1.1 I_n}{K_P}$， $I_3 = \frac{I_1}{\sqrt{3}}$， I_3 即为补偿电流（做 B 相试验时，在低压侧 A 相通入补偿电流。做 C 相试验时，在低压侧 B 相通入补偿电流）。固定 I_1、I_3，改变 I_2，逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器高对中 A 相、B 相、C 相，高对低 A 相、B 相、C 相，中对低 A 相、B 相、C 相分别进行。

(4.5)五次谐波制动系数

高、中压侧测试同(3.5)，低压侧测试同(2.5)。

(4.6)平衡系数

高、中压侧测试同(3.6)，低压侧测试同(2.6)。

(4.7)TA 断线闭锁差动

测试方法同（2.7）

(4.8)差流速断动作电流

高、中压侧测试同(3.8)，低压侧测试同(2.8)。

(4.9)动作时间

在高、中压侧施加电流测试同(3.9)，在低压侧施加电流测试同(2.9)。

(4.10)差流越限电流

高、中压侧测试同(3.10)，低压侧测试同(2.10)。

(4.11)差流越限延时

高、中压侧测试同(3.11)，低压侧测试同(2.11)。

(5) 保护性能测试（变压器一次绕组接线方式为 Y/Δ/Δ）

(5.1)最小动作电流

高压侧测试同(3.1)，中、低压侧测试同(2.1)。

(5.2)制动特性斜率

高对中、低压侧测试同(4.2)，制动特性斜率计算公式同（3-10）；中对低测

试同(2.2)，制动特性斜率计算公式同（3-6）。

(5.3)励磁涌流闭锁方式

高压侧测试同(3.3)，中、低压侧测试同(2.3)。

(5.4) 高定值动作区

高、中压侧测试同(4.4)，计算公式同（3-11），中对低测试同(2.4)，计算公式同（3-7）。

(5.5)五次谐波制动系数

高压侧测试同(3.5)，中、低压侧测试同(2.5)。

(5.6)平衡系数

高压侧测试同(3.6)，中、低压侧测试同(2.6)。

(5.7)TA 断线闭锁差动

测试方法同（2.7）

(5.8)差流速断动作电流

高压侧测试同(3.8)，中、低压侧测试同(2.8)。

(5.9)动作时间

在高压侧施加电流测试同(3.9)，在中、低压侧施加电流测试同(2.9)。

(5.10)差流越限电流

高压侧测试同(3.10)，中、低压侧测试同(2.10)。

(5.11)差流越限延时

高压侧测试同(3.11)，中、低压侧测试同(2.11)。

3.2.9 变压器比率制动式零序差动保护

(1) 变压器比率制动式零序差动保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
变压器比率制动式零序差动保护		
最小动作电流	0.2I_n-1.0I_n	$I_{op.0}$
最小制动电流	0.5I_n-1.2I_n	$I_{res.0}$
制动特性斜率	0.3-0.7	S
差动第 1 侧平衡系数	0.1-4	
差动第 2 侧平衡系数	0.1-4	
差动第 3 侧平衡系数	0.1-4	
TA 闭锁差动	0-1	1：闭锁 0：不闭锁
以下为保护投退软压板		
零序差动软压板		√：投入 X：退出

(2) 保护性能测试

将零序差动保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 最小动作电流

$$I=\frac{I_{op.0}}{K_p}$$

式中：I 调试时施加电流值

K_P 施加电流侧的平衡系数

$I_{op.0}$ 最小动作电流整定值

施加零序电流至面板指示灯亮，施加值应等于上式中 I 值，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器高压侧、中压侧、公共绕组侧分别施加零序电流，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

注意：如果零序电流自产，则按 A、B、C 三相分别施加电流 $\frac{I_{op.0}}{K_p}$，保护均应可靠动作，误差符合技术条件的要求。

(2.2) 制动特性斜率

制动特性斜率测试时，按每两侧之间进行试验，即高对中、高对公共、中对公共分别进行。两侧电流输入，在制动区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S=\frac{I_{op2}-I_{op1}}{I_{res2}-I_{res1}} \qquad (3\text{-}12)$$

其中 I_{op1}，I_{res1} 为动作点 1 的动作电流和制动电流，I_{op2}，I_{res2} 为动作点 2 的动作电流和制动电流。动作电流为 $\left|I_1K_{p1}-I_2K_{p2}\right|$，制动电流为 $Max\left(\left|\dot{I}_A\cdot K_{ph}+\dot{I}_c\cdot K_{pm}\right|,\left|\dot{I}_B\cdot K_{ph}+\dot{I}_a\cdot K_{pm}\right|,\left|\dot{I}_C\cdot K_{ph}+\dot{I}_b\cdot K_{pm}\right|\right)$，$I_1$，$I_2$，分别为两侧零序电流，$K_{p1}$，$K_{p2}$ 为对应的平衡系数，$\dot{I}_A$，$\dot{I}_B$，$\dot{I}_C$，$\dot{I}_a$，$\dot{I}_b$，$\dot{I}_c$ 分别为高、中压侧的 A、B、C 三相电流，K_{ph}，K_{pm} 为高、中压侧平衡系数。

以高对中 A 相制动特性斜率测试为例，高压侧 A 相施加零序电流 I_1，中压侧 A 相施加零序电流 I_2，I_1、I_2 反相位输入，初始值大于 1.1I_n。固定 I_1（或 I_2），改变 I_2（或 I_1），逐点求得制动特性斜率，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器高对中，高对公共，中对公共分别进行。

(2.3) 高定值动作区

当 TA 饱和时，差动按照高定值动作。下面的测试方法用来验证高定值动作方程，检验制动特性斜率 S（装置内部固定为 0.7）的误差。按每两侧之间进行试验，即高对中、高对公共、中对公共分别进行。两侧电流输入，在高定值动作区找出两个动作点来测试制动特性斜率，计算公式为：

$$S = \frac{I_{op1} - I_{op2}}{I_{res1} - I_{res2}} \qquad (3\text{-}13)$$

式中的含义与（2.2）一样，即动作电流和制动电流计算方法同（2.2）。

以高对中测试为例，高压侧施加零序电流I_1，迭加三次谐波量K_3= 0.25，中压侧施加零序电流I_2，I_1、I_2反相位输入，初始值大于 1.1$I_{res.0}$。固定I_1(或I_2)，改变I_2(或I_1)，逐点测出动作点，再计算制动特性斜率 S，其误差应符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器高对中，高对公共，中对公共分别进行。

(2.4)平衡系数

将三侧平衡系数整定为不为 1 的任意数，进行最小动作电流测试，测试结果应满足$I = \frac{I_{op.0}}{K_p}$，误差符合技术条件的要求。

该项试验应按变压器各侧分别测试。

(2.5) TA 断线闭锁差动

将该控制字整定为 0 时，TA 断线不闭锁差动；整定为 1 时，TA 断线闭锁差动。进行该项测试时，需将 TA 断线保护软压板投入。具体可见 TA 断线的测试方法。

(2.6) 动作时间

施加单侧零序电流为最小动作电流的$\frac{2}{K_P}$倍,以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测差动动作时间,其值应不大于 30ms。

3.2.10 变压器 TA 断线

(1)变压器 TA 断线定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
变压器 TA 断线		
额定电流	0.1I_n-1.2I_n	
差动第 1 侧平衡系数	0.1-4	

差动第 2 侧平衡系数	0.1-4	
差动第 3 侧平衡系数	0.1-4	
以下为保护投退软压板		
TA 断线软压板	0-1	√：投入 X：退出

注意：适时参数显示的电流为外部输入电流。

(2)保护性能测试

将变压器 TA 断线的软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 变压器 TA 断线

变压器 TA 断线试验在每两侧之间进行。由于在变压器一次绕组接线方式不同的两侧输入相同的电流时，采样电流相位相差 30°（在 CT 全星接的前提下），因此在一次绕组接线方式不同的两侧进行 TA 断线测试时，要进行相位补偿，补偿的方法见下面的举例。在一次绕组接线方式相同的两侧进行测试时，则不需要相位补偿，此时的接线方式和测试方法类同发电机 TA 断线。

下面以变压器一次绕组接线为 Y/Δ/Δ 的 TA 断线保护测试为例进行说明。

当在高压侧，低（或中）压侧输入电流时进行 TA 断线测试时，反映高压侧一相断线的接线方式如图 3-9：

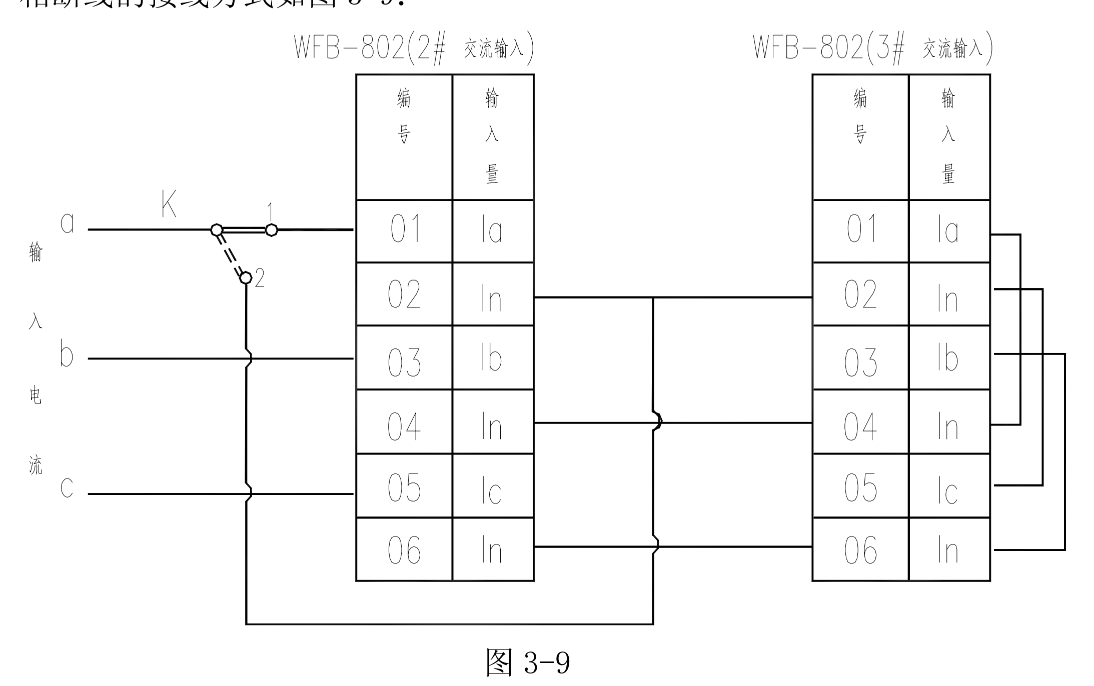


图 3-9

按照此图接线，流入低（或中）压侧的电流的幅值为输入相电流的 1/1.732 倍，相位超前 30°，而高压侧电流的采样幅值为输入的电流的幅值，相位也超前 30°（在 CT 全星接的情况下，高压侧电流在程序内部要进行补偿），因此为了使两侧的电流平衡，可将高压侧平衡系数整定为 1，低（或中）压侧平衡系数整定为 1.732。在此定值下，输入三相电流，则高、低（或中）压侧的电流采样幅值相等，相位相反，差流近似为 0。

如上图 3-9 施加三相电流，大于 0.2 倍额定电流且小于 1.2 倍额定电流，开关 K 置于位置 1，此时 TA 断线不动作。将开关 K 置于位置 2，则左侧回路的 A 相电流被断开，相当于该相电流断线，TA 断线保护应可靠动作。把开关 K 接于其它相均应满足要求。

反应两相断线的接线方式如图 3-10（以 A，B 相为例）。

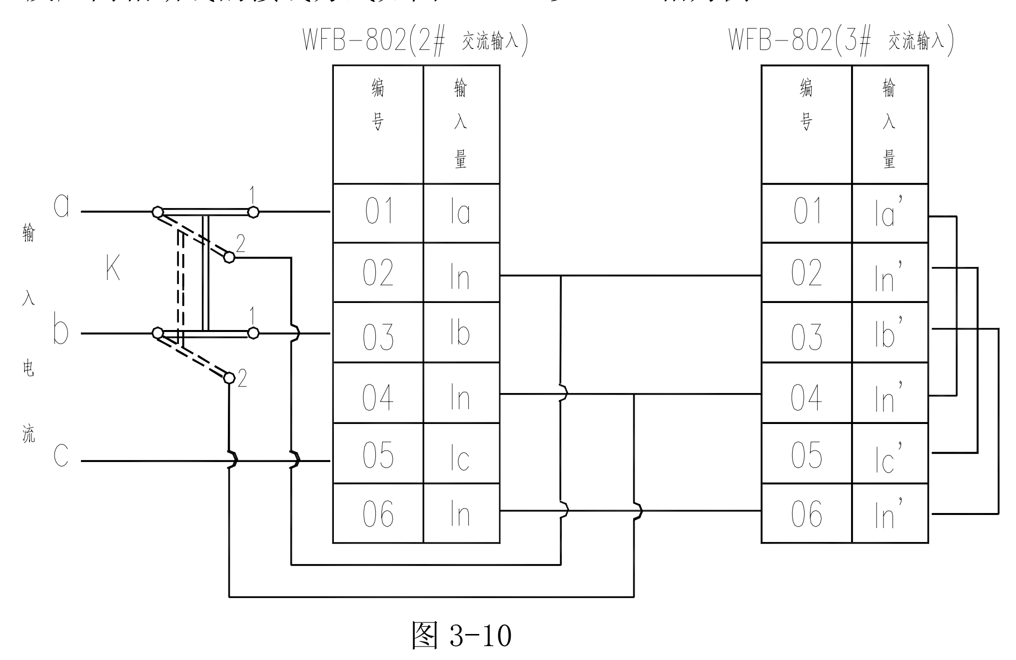


图 3-10

将高、低（或中）压侧的平衡系数整定为 1、1.732。如图 3-10 施加三相电流，大于 0.2 倍额定电流且小于 1.2 倍额定电流，开关 K 置于位置 1，此时 TA 断线不动作。将开关 K 置于位置 2，则左侧回路的 A，B 相电流被断开，相当于 A，B 相电流断线，TA 断线保护应可靠动作。把开关 K 接于其它两相均应满足要求。

反应低（或）中压侧一、两相断线的接线分别如图 3-11、3-12。

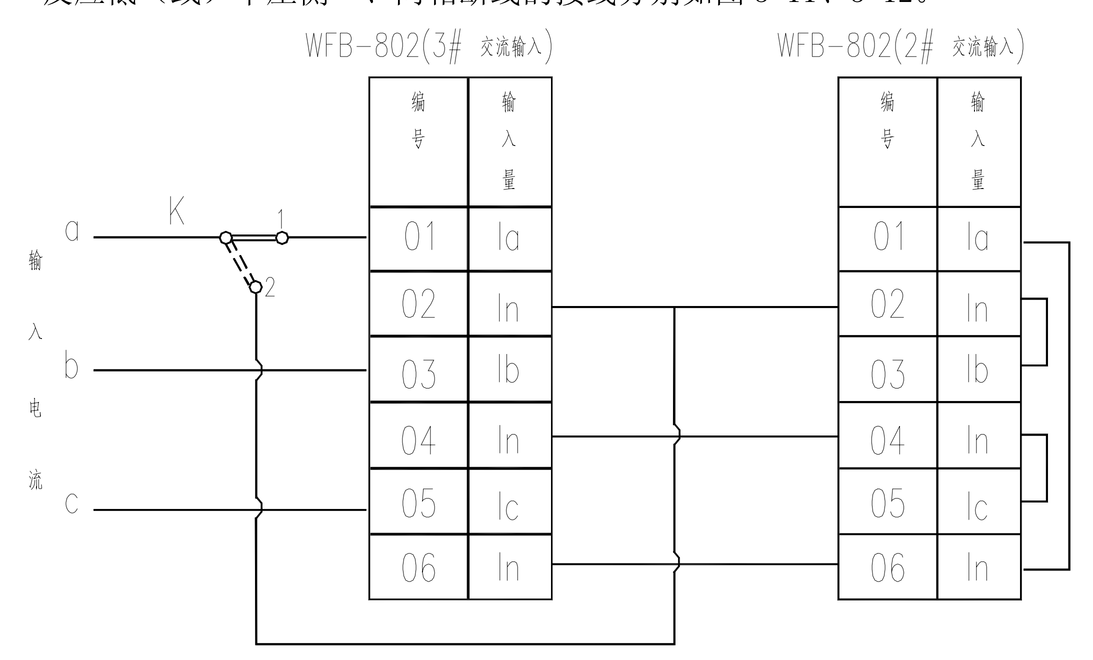


图 3-11

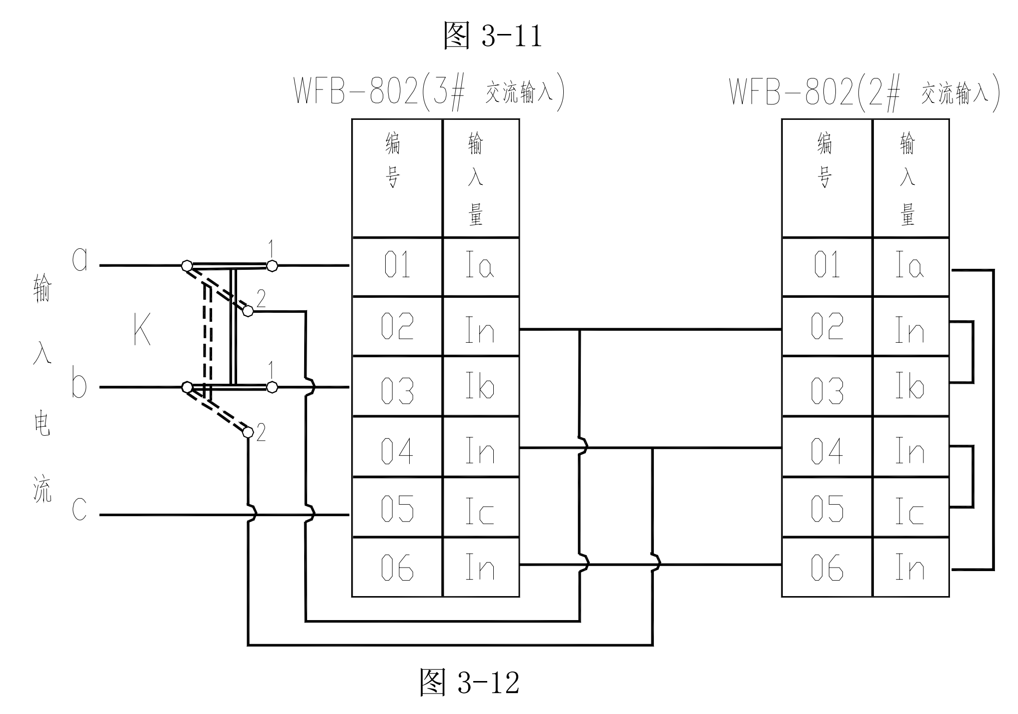


图 3-12

将高压侧平衡系数整定为 1.732，低（或中）压侧平衡系数整定为 1，测试方法同高压侧断线。

(2.2) TA 断线闭锁差动

将差动保护的硬压板和软压板投入。TA 断线闭锁差动定值整定为 1。

按照 TA 断线的接线方式接线。施加三相电流，大于差动的最小动作电流同时能满足 TA 断线动作条件。将开关 K 置于位置 2。则 TA 断线动作，差动不会动作。

3.2.11 定子接地保护

(1)定子接地保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
基波型定子接地保护		
基波零序电压	5V-50V	U_{op}
延时时间	0.1s-10s	t2
电压选择	0-1	0：取中性点电压 1：取机端电压
三次谐波型定子接地保护		
三次谐波比例系数	0.5-2	K
延时时间	0.1s-10s	t1
变比平衡系数	0.2-4.0	K_p
三次谐波方案选择	0-1	0：方案 1　1：方案 2

以下为保护投退软压板		
基波定子接地软压板		√：投入 X：退出
三次谐波定子接地压板		√：投入 X：退出

(2)基波型定子接地保护性能测试

将基波定子接地保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)动作电压

接线如图 3-13：

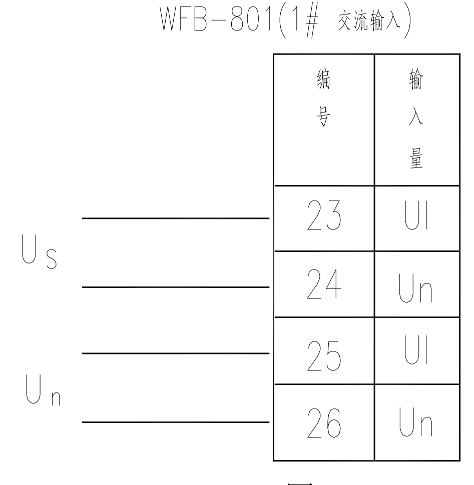


图 3-13

U_s 端子为发电机机端零序电压，U_n 端子为发电机中性点零序电压。

将基波判据延时整定为最小，施加施加基波电压（50±0.25Hz）至保护出口指示灯亮（如电压选择整定为 0，则电压取自机尾，电压加至 U_n 端子；如电压选择整定为 0，则电压取自机端，电压加至 Us 端子），所加电压应为基波电压整定值，误差符合技术条件要求。

(2.2)延时时间

施加 1.2 倍动作电压（50±0.25Hz），用毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，结果应符合技术条件要求。

(3)三次谐波型定子接地保护性能测试（方案 1）

将三次谐波定子接地保护的软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(3.1)三次谐波比例系数

社机端，机尾的三次谐波电压为 U_{3s}，U_{3n} 将三次谐波方案选择定值整定为 0，施加 U_{3n} =0V，加 U_{3s} （150±0.75Hz）至 0.2V，保护应可靠动作；然后加 U_{3n} （150±0.75Hz）约 1V，保护返回；继续加 U_{3s}（150±0.75Hz）至保护出口指示灯亮（注意：三次谐波定子接地只发信号，因此只有信号 CPU 的指示灯亮），此时三次谐

波比值U_{3s} / （K・U_{3n}） 应与三次谐波比例系数整定值相符，误差符合技术条件要求。

(3.2)延时时间

调节U_{3s}及U_{3n} 频率均为 150±0.75Hz，加U_{3n} =1V，在U_{3s} 为 1.2 倍动作电压下用毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，结果应符合技术条件要求。

(4)三次谐波型定子接地保护性能测试（方案 2）

将三次谐波定子接地保护的软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(4.1)三次谐波比例系数

将三次谐波方案选择定值整定为 1，施加U_{3n} =0V,加U_{3s} （150±0.75Hz）至 0.2V，保护应可靠动作；然后加U_{3n} (150±0.75Hz)约 1V，保护返回；继续加U_{3s}（150±0.75Hz）至保护出口指示灯亮（注意：三次谐波定子接地只发信号，因此只有信号 CPU 动作），此时三次谐波比值$\left|\dot{U}_{3s}+K\cdot\dot{U}_{3n}\right|/\left|K\cdot\dot{U}_{3n}\right|$应与三次谐波比例系数整定值相符，误差符合技术条件要求。

(4.2)延时时间

调节U_{3s}及U_{3n} 频率均为 150±0.75Hz，加U_{3n} =1V，在U_{3s} 为 1.2 倍动作电压下用毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，结果应符合技术条件要求。

3.2.12 转子一点接地保护

(1)转子一点接地保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
转子一点接地保护		
接地电阻高定值	1.0 KΩ-50.0KΩ	R
高定值延时时间	1.0s-10.0s	t
接地电阻低定值	0.5 KΩ-20.0KΩ	R
低定值延时时间	1.0s-10.0s	t
以下为保护投退软压板		
转子一点高定值软压板		√：投入　X：退出
转子一点低定值软压板		√：投入　X：退出

(2)转子一点接地保护性能测试

将转子一点高定值和转子一点低定值保护的硬压板和软压板投入，其他所有

保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)接地电阻测试

接线如图 3-14：

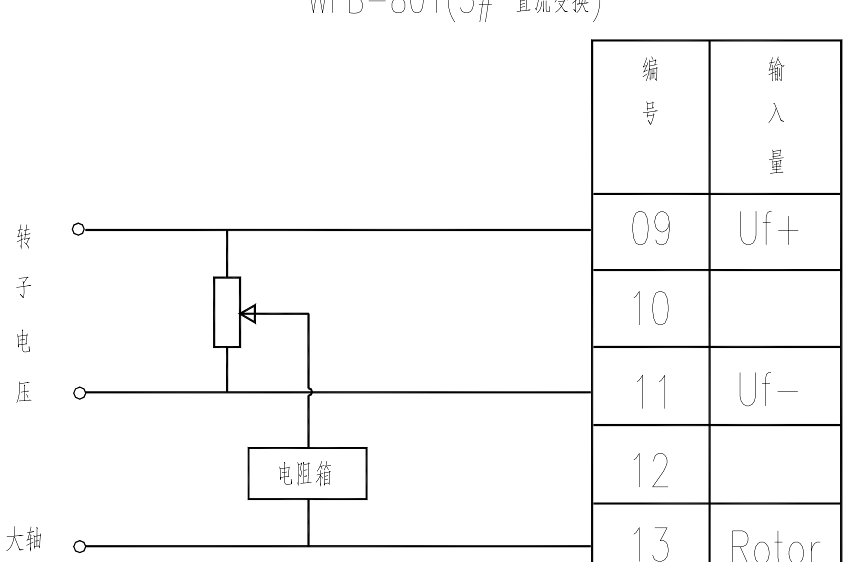


图 3-14

先将两段出口延时整定为最小，在滑线变阻器滑动端与大轴（G）之间接一电阻箱，阻值调为最大；加转子直流电压 110V 或 220V，将滑线变阻器滑动端调到中间位置，调节电阻箱降低阻值至面板指示灯亮，则此时电阻值应为接地电阻高定值整定值，误差符合技术条件要求；保持电阻箱阻值不变，移动滑线变阻器滑动端分别至两端，保护应一直保持动作。在此过程中电阻箱阻值即使有变化，误差应符合技术条件要求。

继续降低电阻箱阻值至低定值保护动作（可通过观察管理机弹出报告来判断是否动作），则此时电阻值应为接地电阻低定值整定值，误差符合技术条件要求。重复上述试验过程，误差应符合技术条件要求。（注意：试验过程中转子接地保护动作后，只有跳闸 CPU 动作，跳闸指示灯点亮）。

(2.2)延时时间

将滑线变阻器滑动端固定在某一点，调电阻箱至 0.8 倍高定值动作值，用毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测高定值延时，结果应与高定值延时整定值相符；调电阻箱至 0.8 倍低定值动作值，用毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测低定值延时，结果应与低定值延时整定值相符，结果均应符合技术条件要求。

3.2.13 转子一点接地加两点接地保护

(1)转子两点接地保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
转子一点接地保护		
接地电阻定值	1.0 KΩ-50.0KΩ	R
延时时间	1.0s-10.0s	T
转子两点接地保护		
接地位置变换Δα(%)	1.0-20.0	
延时时间	1.0s-10.0s	
以下为保护投退软压板		
转子一点接地软压板		√：投入 X：退出
转子两点接地软压板		√：投入 X：退出

(2)转子两点接地保护性能测试

将转子一点和两点接地保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)转子一点保护性能测试

测试方法同 3.2.12。

(2.2)接地位置变换测试

接线如图 3-15：

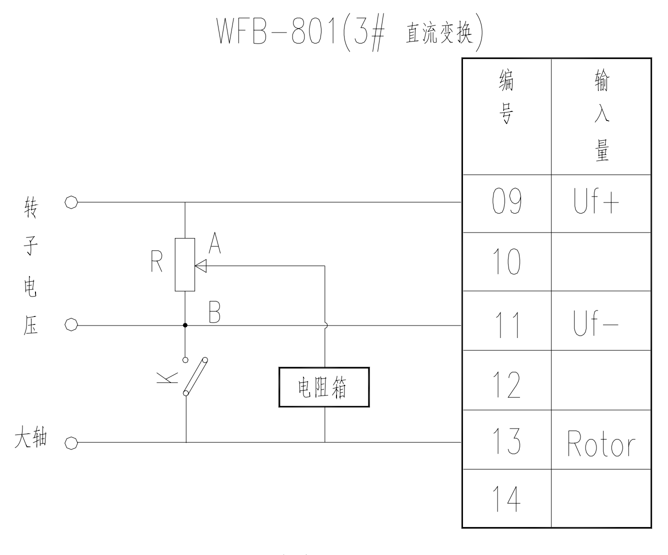


图 3-15

调节滑线变阻器 R 的滑动端 A 使 R_{ab}/R >△α (Rab 为滑动端 A 与 B 点间的电阻)，再调节电阻箱的阻值为 0.8 倍转子一点接地定值，使一点接地保护可靠动作。将开关 K 合上，相当于转子有两点接地，这时两点接地保护应可靠动作。(注意：只有跳闸 CPU 动作，跳闸指示灯点亮，由于转子一点接地保护已经动作，面

板指示灯已经点亮，因此应该通过观察管理机的弹出报告或测量两点接地保护的输出触点是否闭合来判断两点保护是否动作）。改变滑线变阻器滑动端 A 的位置，在 R_{ab}/R >△α满足的情况下，两点接地保护均应正确动作。

⚠ 注意：变阻器的阻值应大于 100Ω，功率大于 U^2/R，以免烧坏（U 为试验电压，R 为变阻器阻值）。

3.2.14 失磁保护

失磁保护逻辑根据工程变化很大，但是其判据一般比较固定。下面就以判据为单位说明单个判据的测试方法。在测试前，将失磁保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。为了测试单个判据方便，可以将失磁逻辑中其他判据的出口软压板退出。失磁保护常用的判据如下：

(1) 静稳极限励磁电压 $U_{fd}(P)$ 判据

其定值如下

定 值 名 称	整定范围	备　　注
失磁保护静稳极限励磁电压 $U_{fd}(P)$ 判据		
凸极功率	1.0W-500.0W	P_t
ULP 斜率	0.1-1.0	K_{set}

(1.1)凸极功率的测试

将凸极功率整定为某一值。施加单相电流电压，改变电流电压的大小或相位差，使保护动作（由于此时没有施加转子电压，动作点沿功率轴移动，因此当输入的功率为凸极功率时，此判据的动作条件即满足），计算出施加的功率应与整定值相等，误差符合技术条件要求。

依次按照 A、B、C 相施加电流电压，均应满足技术条件要求。

注意：凸极功率的门槛为 1W，即当凸极功率整定值小于 1W 时，此判据仍以 1W 为动作值。

(1.2)ULP 斜率的测试

将 ULP 斜率 K_{set} 整定为某一值。施加转子电压 U_{fd} 和电压电流，改变电流电压的大小或相位差即改变输入功率 P（或改变转子电压 U_{fd}），使保护动作，计算 $K_{set}=U_{fd}/(P-P_t)$ 应与整定值相等，误差符合技术条件要求。

(2) 定励磁低电压判据

其定值如下

定 值 名 称	整定范围	备　　注

失磁保护励磁低电压判据		
励磁低电压	10.0V-500V	U_{op}

励磁低电压测试

将励磁低电压整定为某一值。施加励磁电压U_{fd}，改变U_{fd}，使保护动作，输入的转子电压即为U_{op}，误差应符合技术条件要求。

(3) 静稳边界阻抗判据

其定值如下

定 值 名 称	整定范围	备　　注
失磁保护静稳边界阻抗判据		
静稳动作阻抗Z_{1A}	1.0Ω-20Ω	
静稳动作阻抗Z_{1B}	5.0Ω-50Ω	

(3.1) 动作区及最大灵敏角测试

将延时整定为最小，动作阻抗Z_{1A}、Z_{1B}整定为某一值，施加试验电压量U_{ab}，电流量I_{ab}，I_{ab}值大于电流启动值（如果定值菜单里有此项定值，则可整定，如没有此项定值,则内部固定为 0.06I_n),使测量阻抗 Z<Z_{1B}且接近于Z_{1B},改变U_{ab}与I_{ab}之间的相位角，使保护刚好动作，记录此时的动作角度φ1，如φ1 在第三象限，则在第四象限测出使保护刚好动作的另一角度φ2，那么φ=（φ1+φ2）/2。其中φ为最大灵敏角，应为 270°，误差符合技术条件要求。

使测量阻抗 Z<Z_{1A}，从 180°开始增加U_{ab}与I_{ab}之间的相位角，使保护刚好动作，记录此时的动作角度φ1；在第四象限从 360°开始减小U_{ab}与I_{ab}之间的相位角至保护刚好动作，记录此时的动作角度φ2，那么φ1 应为 190°±3°，φ2 应为 350°±3°，误差符合技术条件要求。

（3.2）动作阻抗值

将延时整定为最小，动作阻抗Z_{1A}、Z_{1B}整定为某一值，在最大灵敏角下，施加试验电压量U_{ab}，试验电流量I_{ab}，使 Z>Z_{1B}，增加电流至保护刚好动作，计算此时阻抗值应与整定值Z_{1B}相符，误差符合技术条件要求。（注：实际上为了防止误动，动作特性曲线上的第一象限和第二象限的动作区都被屏蔽了，所以Z_{1A}的值不用测试。）

(4) 异步阻抗判据

其定值如下

定 值 名 称	整定范围	备 注
失磁保护异步阻抗判据		
异步动作 Z_{2A}	1.0Ω-20Ω	
异步动作 Z_{2B}	5.0Ω-100Ω	

(4.1) 最大灵敏角

将延时整定为最小，动作阻抗 Z_{2A}，Z_{2B} 整定为某一值，施加试验电压量 U_{ab}，试验电流量 I_{ab}， I_{ab} 值大于电流启动值（可以整定或内部固定为 0.06 I_n）。使测量阻抗 Z_{2A}<Z< Z_{2B}，改变 U_{ab} 与 I_{ab} 之间的相位角，使保护刚好动作，记录此时的动作角度φ1，如φ1 在第三象限，则在第四象限测出使保护刚好动作的另一角度φ2，那么φ=（φ1+φ2）/2。其中φ为最大灵敏角，应为 270°，误差符合技术条件要求。

（4.2）动作阻抗值

将延时整定为最小，动作阻抗 Z_{2A}， Z_{2B} 整定为某一值，在最大灵敏角下，施加试验电压量 U_{ab}，试验电流量 I_{ab} (应远远大于启动电流值)，使 Z< Z_{2A}，降低电流值使保护刚好动作，计算此时阻抗值应与整定值 Z_{2A} 相符，误差符合技术条件要求；改变电压、电流使 Z> Z_{2B}，增加电流值使保护刚好动作，计算此时阻抗值应与整定值 Z_{2B} 相符，误差符合技术条件要求。

(5) 系统（或机端）低电压判据

其定值如下

定 值 名 称	整定范围	备 注
失磁保护系统（或机端）低电压判据		
系统（或机端）低电压	50V-100V	

系统（或机端）低电压测试

此判据一般都和其他判据组成与门出口，因此在测试之前必保证其他判据的条件满足。在其他判据条件满足的前提下，将系统（或机端）低电压整定为某一值， 同时施加三相系统（或机端）电压，使三相电压值大于系统（或机端）电压整定值，此时低电压判据不动作。再降低三相电压值使低电压判据出口动作，其动作值应与整定值相符，误差符合技术条件要求。

(6) TV 断线闭锁判据

其定值如下

定 值 名 称	整定范围	备 注

失磁保护 TV 断线闭锁判据		
TV 断线闭锁投退	0-1	1：闭锁　0：不闭锁

TV 断线判据一般用于闭锁静稳阻抗和异步阻抗判据。

将 TV 断线闭锁投退整定为 1，施加较大零序电压（对单 TV 断线判据而言）或在另一组 TV 上施加 C 相电压（对双 TV 断线判据而言）使 TV 断线可靠动作（TV 断线的详细测试方法见后面 TV 断线测试方法），再施加 A 相电流电压使静稳阻抗或异步阻抗判据条件满足，此时静稳阻抗或异步阻抗判据应该不动作（注意施加 A 相电流电压的过程中 TV 断线保护不能返回）。改变电压使 TV 断线保护返回，此时静稳阻抗或异步阻抗判据应该出口。

在测试过程中，由于 TV 断线已经动作，观察面板指示无法判断出静稳阻抗或异步阻抗判据是否动作，可以通过观察管理机弹出报告或检查失磁的信号接点是否闭合来判断保护是否动作。

以上为失磁保护单个判据的测试方法。具体工程中应该根据工程的失磁保护的逻辑图来测试逻辑关系是否正确以及定值的误差是否符合技术条件要求。

3.2.15 发电机逆功率保护

(1)发电机逆功率保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
发电机逆功率保护		
最小动作功率	1.0W-500.0W	
一段延时	0.1s-20s	
二段延时	10s-100s	
以下为保护投退软压板		
发电机逆功率软压板		√：投入　X：退出

(2)发电机逆功率保护性能测试

将发电机逆功率保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)动作区及最小动作电流测试

先将出口延时整定为最小，施加三相电压 57.7V，三相电流 I_n，改变电流相位找出动作区 $\theta_2-\theta_1$（θ_1，θ_2 为两动作边界），动作区应不小于 175°。

在最灵敏时施加三相电压 57.7V，测出最小动作电流应不大于 30mA。

(2.2)动作延时测试

在最灵敏时，突加 1.2 倍动作功率整定值，以毫秒计(或微机测试仪的时间

测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

(2.3)电流潜动试验

电压回路短路，施加电流为 10 倍的额定电流，保护不误动。

(2.4)电压潜动试验

电流回路开路，施加电压为 100V，保护不误动。

3.2.16 失步保护

(1)失步保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
失步保护		
滑极次数	1-9	
启动电流	0.02 I_n-4 I_n	
遮断容量电流闭锁	5 I_n-20 I_n	
发电暂态电抗	2.0Ω-50.0Ω	
系统联系电抗	2.0Ω-50.0Ω	
变压器电抗	2.0Ω-50.0Ω	
最大灵敏角	60°-90°	透镜倾角
动作功角	90°-150°	透镜内角
区外延时时间	0.1s-10.0s	
区内延时时间	0.1s-10.0s	
以下为保护投退软压板		
失步保护区外软压板		√：投入　X：退出
失步保护区内软压板		√：投入　X：退出

（2）失步保护性能测试

将失步保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

（2.1）滑极次数测试

将延时时间 t_1,t_2 整定为最小,滑极次数整定为某一值。施加试验电压量U_a，试验电流量I_a，使测量阻抗位于失步阻抗动作特性 I 区，且位于电抗线下。改变U_a，I_a幅值和相位，使测量阻抗依次穿越失步阻抗动作特性 II 区、III 区和 IV 区，再次回到 I 区，则为一次滑极；当经过几次滑极后，保护动作，相应的出口指示灯亮，记录此时的滑极次数，应与整定值相符合。按此方法可测出测量阻抗位于电抗线上时的滑极次数，应与整定值相符合。依此方法对U_b，I_b进行测试，

所得结果应与之相同。

（2.2）启动电流值测试

施加试验电压量U_a，试验电流量I_a，使I_a小于启动电流整定值。改变U_a，I_a幅值和相位，当经过整定的滑极次数后，保护可靠不动作。依此方法对U_b，I_b进行测试，所得结果应与之相同。

（2.3）闭锁电流值测试

施加试验电压量U_a，试验电流量I_a，使I_a大于闭锁电流整定值。改变U_a，I_a幅值和相位，当经过整定的滑极次数后，保护可靠不动作。依此方法对U_b，I_b进行测试，所得结果应与之相同。

（2.4）出口延时测试

将延时整定为某一值，施加激励量，使保护动作，根据故障录波装置所记录的波形进行分析，得出动作时间，结果应符合技术指标要求。

例：滑极次数整定为 2、启动电流数整定为 0.5A、闭锁电流整定为 10A、发电机暂态电抗（Xd'）整定为 10Ω、系统联系电抗（Xst）整定为 5Ω、变压器电抗（Xt）整定为 5Ω、透镜倾角整定为 90°、透镜内角整定为 90°、延时时间 t_1 整定为 0s、延时时间 t_2 整定为 0s。施加激励量U_a=10∠0° V、I_a=1∠0° A，此时测量阻抗位于失步阻抗动作特性 I 区，且位于电抗线下；改变U_a幅值，使U_a=1∠0° V、I_a不变，此时测量阻抗进入失步阻抗动作特性 II 区；改变U_a相位，使U_a=1∠180° V、I_a不变，此时测量阻抗进入失步阻抗动作特性 III 区；改变U_a幅值，使U_a=10∠180° V、I_a不变，此时测量阻抗进入失步阻抗动作特性 IV 区；然后按此方法使测量阻抗依次穿越 I 区、II 区、III 区、IV 区。这样就经历了两次滑极，使测量阻抗再次依次回到 I 区、II 区、III 区、IV 区，当测量阻抗落到 III 区或者 IV 区时，相应的出口指示灯亮。

滑极次数整定为 2、启动电流数整定为 0.5A、闭锁电流整定为 10A、发电机暂态电抗（Xd'）整定为 10Ω、系统联系电抗（Xst）整定为 20Ω、变压器电抗（Xt）整定为 5Ω、透镜倾角整定为 90°、透镜内角整定为 90°、延时时间 t_1 整定为 0s、延时时间 t_2 整定为 0s。施加激励量U_a=30∠70° V、I_a=1∠0° A，此时测量阻抗位于失步阻抗动作特性 I 区，且位于电抗线上；改变U_a幅值，使U_a=10∠70° V、I_a不变，此时测量阻抗进入失步阻抗动作特性 II 区；改变U_a相位，使U_a=10∠110° V、I_a不变，此时测量阻抗进入失步阻抗动作特性 III 区；改变U_a幅值，使U_a=30∠110° V、I_a不变，此时测量阻抗进入失步阻抗动作特性 IV 区；然后按此方法使测量阻抗依次穿越 I 区、II 区、III 区、IV 区。这样就经历了两次滑极，使测量阻抗再次依次回到 I 区、II 区、III 区、IV 区，时，相应的

出口指示灯会在某一区亮。

3.2.17 阻抗保护（以 1 段保护为例，实际可配多段，可有多个延时）

(1) 阻抗保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
阻抗保护		
偏移因子	0.0-1.0	α
灵敏角	0°-360°	
启动电流	0.1I_n -0.5I_n	I_{qd}
动作阻抗	0.2Ω-60Ω	Z_{op}
延时	0.1s-10.0s	
以下为保护投退软压板		
阻抗保护软压板		√：投入 X：退出

(2) 保护性能测试

将阻抗保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

（2.1） 全阻抗保护性能测试

将偏移因子整定为 1，则为全阻抗保护。

（2.1.1） 动作阻抗值测试

以 AB 相阻抗(Zab)为例，将延时时间整定为最小，按正序关系施加 $Ua = Ub = Uc$，施加 A、B 相电流使其相位相差 180°，试验接线如图 3-16。

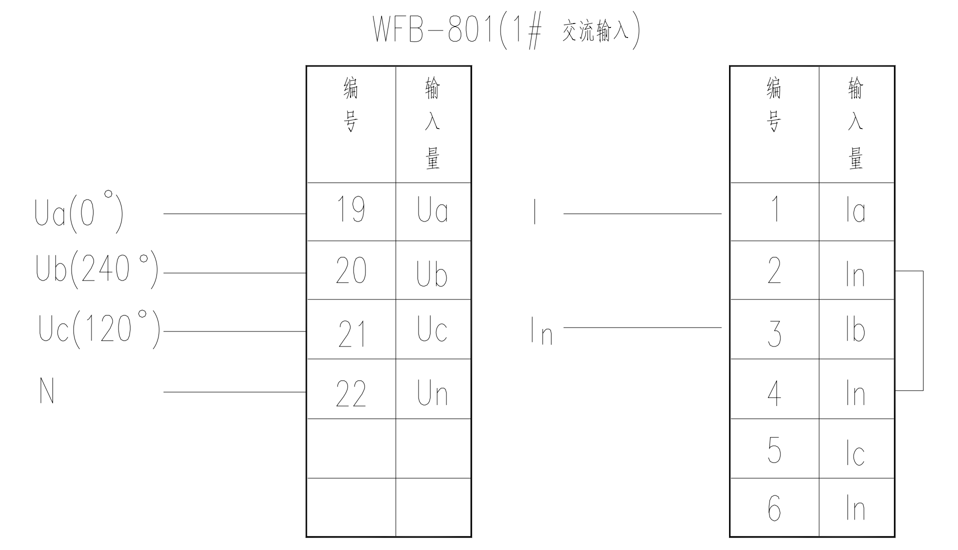


图 3-16

此时 $Uab = Ubc = Uca$， $Iab = I_a - I_b = 2I$， $Zab = {Uab}/{Iab}$

将动作阻抗整定为某一值，固定电压，使 I_{ab} 电流值大于启动电流整定值，逐

渐增加电流至出口指示灯亮,记录此时施加电流值 I,按上式计算阻抗值,应与整定值相符,误差符合技术条件要求。

例如：整定 Zab=5Ω,试验时可加$U_a=U_b=U_c$=28.87V,即$U_{ab}=U_{bc}=U_{ca}$=50V,电流值加至 5A 左右时保护应动作。

测试 Zbc 时，电流加至I_b，I_c端子；测试 Zca 时，电流加至I_c，I_a端子。

（2.1.2） 延时测试

将动作阻抗整定为某一值,施加电压电流使其满足 Z=0.8Z_{op}（Z_{op}为动作阻抗整定值），电流值大于启动电流整定值，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时,误差应符合技术条件要求。

（2.2） 偏移阻抗测试

将偏移因子整定为非 1 的值。

（2.2.1）最大灵敏角测试

将延时时间整定为最小，动作阻抗整定为某一值,施加电流电压使 Z<Z_{op}（Z_{op}为动作阻抗整定值），电流值大于启动电流整定值，改变电压相位角使保护刚好动作，记录此时动作角度Φ1，按反方向继续改变电压相位角至保护再次刚好动作，记录动作角度Φ2，则

Φ=（Φ1+Φ2）/2

其中Φ为最大灵敏角。

（2.2.2）阻抗动作值测试

将延时整定为最小,动作阻抗整定为某一值,在最大灵敏角下施加电流电压（接线同 2.1）,改变电流使保护动作,计算阻抗值应与整定值相符,误差符合技术条件要求。

（2.2.3）偏移因子α测试

将延时整定为最小，动作阻抗整定为某一值Z_{set},在反向最大灵敏角(即角度为 180°+Φ)下施加电流电压(接线同 2.1),改变电流使保护动作,计算反向阻抗Z_f，Z_f/Z_{op}之值应与α整定值相符，误差符合技术条件要求。

(2.2.4) 延时测试

在最大灵敏角下,施加 0.8 倍阻抗整定值 0.8Z_{op},以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

(2.3)启动电流值测试

不施加电压量（此时满足零阻抗条件），只施加单相电流(分别按 A、B、C 相施加)至保护动作,记录所加电流值,应与启动电流整定值相符，误差符合技术条件要求。

(2.4) TV 断线闭锁测试

将对应的 TV 断线保护的软压板投入，施加动作量使保护动作（详见 TV 断线保护测试），此时使阻抗保护动作条件满足，阻抗保护应不误动作。

3.2.18 复合电压(方向)过流保护

（1）复合电压(方向)过流保护定值清单(以 I 段 1 时限为例)

定值名称	整定范围	备　　注
复合电压保护		
负序电压启动值	5V-20V	U_{2op}
动作电压	30V-100V	U_{op}
TV 断线闭锁控制	0-1	1：退出　0：不退出
保护出口方式	0-1	
复合电压（方向）过流保护		
动作电流	0.2I_n-10I_n	I_{op}
延时时间	0.1s-10s	
方向投退控制	0-1	1：投入　0：退出
方向电压选择	0-1	1：对侧　0：本侧
灵敏角选择	0-1	1：-45　0：-30
方向指向变压器	0-1	1：ϕ_{sen}　0：ϕ_{sen} +180
方向指向母线	0-1	1：ϕ_{sen} +180°　0：ϕ_{sen}
以下为保护投退软压板		
复合电压保护软压板		√：投入　X：退出
复压（方向）过流软压板		√：投入　X：退出

TV 断线闭锁控制说明：

整定为 1 时，如某一侧发生 TV 断线，则该侧复合电压元件自动退出；

整定为 0 时，如某一侧发生 TV 断线，则该侧复合电压元件不退出。

保护出口方式控制说明：

整定为 1 时，则复合电压动作时，面板指示灯点亮；

整定为 0 时，则复合电压动作时，面板指示灯不点亮，此时复合电压仅作为复合电压（方向）过流的闭锁判据；

方向指向控制字说明：

若方向指向变压器，则将方向指向变压器整定为 1，方向指向母线整定为 0；

若方向指向母线，则将方向指向变压器整定为 0，方向指向母线整定为 1；

若两个控制字同时为 1 或同时为 0，则装置发出“方向整定错误”告警信息。

复合电压选择控制字说明：

整定为 1 时，取三侧复合电压为闭锁元件；

整定为 0 时，取本侧复合电压为闭锁元件。

(2) 保护性能试验

将复合电压、复合电压(方向)过流保护的硬压板和软压板投入，高、中、低压侧电压硬压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 复合电压启动过流保护测试

将方向投退控制字整定为 0，方向元件退出，测试复合电压闭锁过流保护。

(2.1.1) 动作电流值测试

将复合电压选择控制字整定为 0（取本侧复合电压为闭锁元件），延时整定为最小，将本侧复合电压的动作电压整定为非 0 的任意值，施加 A 相电流至装置面板指示灯亮(此时因不加电压，低压条件肯定满足，保护只需加电流即可动作)，所加电流应为动作电流整定值，误差应符合技术条件要求。

依次施加 B 相(或 C 相)电流，均应满足技术条件要求。

(2.1.2) 负序电压启动值测试

将本侧复合电压的低压定值整定为最低(0V)，负序电压启动值整定为某一值 U2op，施加 1.2 倍整定值的单相电流(A、B、C 相均可)，电压加至U_a(U_b、U_c)、U_n 端子，逐渐增加电压至装置面板指示灯亮，此时所加电压应满足

$$U = 3U_{2op}$$

式中：U　　施加电压值

U_{2op} 负序电压整定值

误差应符合技术条件要求。

(2.1.3) 低压动作值测试

将负序电压启动值整定为最大(20V)，施加 1.2 倍整定值的单相电流(A、B、C 相均可)，施加三相电压为 57.7V，投入本侧复合电压硬压板，逐渐降低三相电压至装置面板指示灯亮，此时所加相电压应满足

$$U = U_{op} / \sqrt{3}$$

式中：U　施加相电压值

U_{op} 动作电压整定值

误差应符合技术条件要求。

(2.1.4) 多侧复合电压的测试

为了提高保护灵敏度，复合电压取三侧或。本侧复合电压的测试按（2.1.2）及(2.1.3)进行测试。其他侧的复合电压测试方法如下：

本侧电压硬压板退出，将其他侧的电压硬压板投入（任意一侧即可），将复合电压选择控制字整定为 1，用类似（2.1.2）及(2.1.3)的方法进行测试，误差应符合技术条件要求。

(2.1.5) TV 断线闭锁控制测试

以高压侧 TV 断线动作为例，将高压侧 TV 断线软压板，高压侧电压硬压板投入，其他侧电压硬压板退出。将 TV 断线闭锁控制整定为 0，施加高压侧电压使 TV 断线和复合电压条件都满足，再施加电流使复合电压过流保护条件满足，复压过流保护保护应动作；将 TV 断线闭锁控制整定为 1，按照上面的方法施加电压和电流，复压过流保护保护不应动作。

中、低压侧的测试方法类似高压侧。

(2.2) 方向元件测试

将延时整定为最小，方向投退控制整定为 1，方向元件投入；方向电压选择整定为 0，即方向电压取本侧；方向元件按 90° 接线进行测试，以U_{ab}、I_c为例，施加电流至I_c、I_n端子,电流值为 1.2 倍整定值，施加电压(以保证低压条件满足且U_{ab}大于 3V 即可)至U_a、U_b端子，改变电压、电流相位，测出动作区、灵敏角。误差应符合技术条件要求。

依此方法对U_{bc}、I_a、U_{ca}、I_b进行测试，均应满足上述条件。

若方向电压取对侧,须将电压施加至对侧电压端子。

(2.3) 延时测试

以U_{ab}、I_c为例，在最大灵敏角下,施加电压(以保证低压条件满足即可)至U_a、U_b端子，突然增加电流I_c为 1.2 倍整定值，用毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，结果应符合技术条件要求。

依此方法对U_{bc}、I_a、U_{ca}、I_b进行测试，延时均应满足技术条件要求。

3.2.19 过励磁保护

(1) 过励磁保护定值清单

定值名称	整定范围	备　　注
过励磁保护		
基准电压	80V-120V	
预告信号启动值	1.0-1.5	
预告信号延时	0.1s-10s	t1
反时限定值		
第一点的过励磁倍数	1.0-2.0	N1
第一点过励磁的动作时间	1s-1000s	t

第二点的过励磁倍数	1.0-2.0	N2
第二点过励磁的动作时间	1s-1000s	t
第三点的过励磁倍数	1.0-2.0	N3
第三点过励磁的动作时间	1s-1000s	t
第四点的过励磁倍数	1.0-2.0	N4
第四点过励磁的动作时间	1s-1000s	t
第五的过励磁倍数	1.0-2.0	N5
第五点过励磁的动作时间	1s-1000s	t
第六的过励磁倍数	1.0-2.0	N6
第六点过励磁的动作时间	1s-1000s	t
第七的过励磁倍数	1.0-2.0	N7
第七点过励磁的动作时间	1s-1000s	t
第八的过励磁倍数	1.0-2.0	N8
第八点过励磁的动作时间	1s-1000s	t
以下为保护投退软压板		
过激磁保护软压板		√：投入 X：退出

(2) 保护性能测试

将过励磁保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

出厂前调试时，以基准电压为 100V 进行下述各项测试，用户现场测试时，按实际基准电压进行整定。

(2.1) 预告信号启动值测试

将预告信号延时整定为最小，施加电压(本保护只取U_{ac}电压)至面板指示灯亮，记录所加电压 U，计算该电压与基准电压的比值，与整定值相比，误差应符合技术条件要求。

(2.2) 预告信号延时测试

假设预告信号启动值 N=1.05,突加 126V 电压(1.26 倍U_n)，用毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差应符合技术条件要求。

(2.3) 反时限测试

装置最多可整定 8 个点，按过激磁倍数由小到大、延时时间由长到短依次整定，若用户实际动作点少于 8 个点时，则后面的剩余点的整定应与最后的那个动作点相同。

将 8 个点按过激磁倍数由小到大、延时时间由长到短依次整定，按照整定倍数突加电压至装置，例如第一个点的过励磁倍数整定为 1.1，则应突加 110V 电

压至装置（注意查看实时采样参数，确定采样值不小于 110V），以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，所测延时均应为实际整定值，误差符合技术条件要求。

此项测试按 8 个点依次进行。

3.2.20 零序方向过流保护

(1) 零序方向过流保护定值清单(以 I 段 1 时限为例)

定值名称	整定范围	备　注
零序方向过流保护		
零序动作电流	0.1 I_n-10 I_n	
零序过流延时	0.1s-10s	
以下为选择控制字		
零序电流选择	0-1	1：自产　0：中性点
零序电压选择	0-1	1：自产　0：中性点
方向投退控制	0-1	1：投入　0：退出
方向指向变压器	0-1	1：70°+180°　0：
方向指向母线	0-1	1：70°　0：
谐波控制	0-1	1：投入　0：退出
以下为保护投退软压板		
零序方向过流软压板		√：投入　X：退出

零序电流选择整定说明：

整定为 1 时，过流元件电流取自自产零序电流；

整定为 0 时，过流元件电流取自中性点零序电流。

零序方向电压选择整定说明：

整定为 1 时，方向电压取自自产零序电压；

整定为 0 时，方向电压取自开口三角电压。

方向指向控制字同复压（方向）过流保护

(2)保护性能测试

将零序方向过流保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出

(2.1) 零序动作电流测试

将方向投退控制字整定为 0(退出方向元件)进行该项测试。

(2.1.1) 零序动作电流（自产）测试

将零序电流选择整定为 1。

保护判断接于三相 CT 组成的零序回路中过电流动作。将保护延时整定到最

小，施加 A 相电流至装置面板指示灯亮，所加电流应为动作电流整定值，误差符合技术条件要求。

依次施加 B 相、C 相电流，结果应符合上述要求。

(2.1.2) 零序动作电流（中性点零序电流）测试

将零序电流选择整定为 0。

将保护延时整定到最小，施加中性点零序电流至装置面板指示灯亮，所加电流应为动作电流整定值，误差符合技术条件要求。

(2.2) 方向元件测试

(2.2.1)方向电压取自产，零序动作电流取自产

将延时整定为最小，方向投退控制字整定为 1(投入方向)，零序电流选择整定为 1，零序电压选择整定为 1。

施加电压至U_a、U_n端子，电压值大于 3V，施加 A 相电流，电流值大于动作电流整定值，改变电压、电流相位角，测出动作区、灵敏角。误差应符合技术条件要求。

改变电流为 B 相(或 C 相)，结果也应满足上述要求。

将电压加至U_b(或U_c）、U_n端子，电压值大于 3V，重复做上述测试，结果均应符合技术条件要求。

(2.2.2)方向电压取开口三角，零序动作电流取自产

将延时整定为最小，方向投退控制字整定为 1(投入方向)，零序电流选择整定为 1，零序方向电压选择整定为 0。

施加电压至U_L、U_n端子，电压值大于 3V，施加 A 相电流，电流值大于动作电流整定值，改变电压、电流相位角，测出动作区、灵敏角。误差应符合技术条件要求。

改变电流为 B 相(或 C 相)，结果也应满足上述要求。

(2.2.3)方向电压取自产，零序动作电流取中性点零序电流

将延时整定为最小，方向投退控制字整定为 1(投入方向)，零序电流选择整定为 0，零序电压选择整定为 1。

施加电压至U_a、U_n端子，电压值大于 3V，施加 A 相电流，电流值大于 0.1A，施加中性点零序电流，电流值大于动作电流整定值，改变U_a电压、I_a电流相位角，测出动作区、灵敏角。误差应符合技术条件要求。

将电压加至U_b(或U_c）、U_n端子，电压值大于 3V，重复做上述测试，结果均应符合技术条件要求。

(2.2.4)方向电压取开口三角，零序动作电流取中性点零序电流

将延时整定为最小，方向投退控制字整定为 1(投入方向)，零序电流选择整

定为 0，零序电压选择整定为 0。

施加电压至U_L、U_n端子，电压值大于 3V，施加 A 相电流，电流值大于 0.1A，施加中性点零序电流，电流值大于动作电流整定值，改变U_L电压、I_a电流相位角，测出动作区、灵敏角。误差应符合技术条件要求。

改变方向电流电流为 B 相(或 C 相)，结果也应满足上述要求。

(2.3) 延时测试

在最大灵敏角下，施加方向电压大于 3V，方向电流大于 0.1A，动作电流大于 1.2 倍整定值，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差应符合技术条件要求。

3.2.21 间隙零序电流及零序电压保护

(1) 间隙零序电流及零序电压保护定值清单

定值名称	整定范围	备 注
间隙零序保护		
零序动作电流	0.1I_n-10I_n	
零序动作电压	100V-300V	
延时时间	0.1s-10.0S	
以下为保护投退软压板		
间隙零序保护软压板		√：投入 X：退出

(2)保护性能测试

将间隙零序电流及零序电压保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出

(2.1) 零序动作电流测试

将延时时间整定为最小，施加间隙零序电流至装置面板指示灯亮，所加电流应为动作电流整定值，误差符合技术条件要求。

(2.2) 零序动作电压测试

将延时时间整定为最小，施加间隙零序电压至装置面板指示灯亮，所加电压应为动作电压整定值，误差符合技术条件要求。

(2.3) 延时测试

施加间隙零序电压或间隙零序电流为 1.2 倍整定值，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差应符合技术条件要求。

3.2.22 非全相保护

(1) 非全相保护保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
非全相保护		
负序电流	0.1 I_n -4 I_n	I_{2op}
零序电流	0.1 I_n -4 I_n	I_{0op}
动作电流	0.1 I_n -10 I_n	I_{op}
延时时间 t1	0.1s-10s	
延时时间 t2	0.1s-10s	
延时时间 t3	0.1s-10s	
以下为保护投退软压板		
非全相 t0 软压板		√：投入 X：退出
非全相 t1 软压板		√：投入 X：退出
非全相 t2 软压板		√：投入 X：退出
非全相 t3 软压板		√：投入 X：退出

(2) 保护性能测试

将非全相保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 负序动作电流测试

将所有延时整定为最小,负序电流和零序电流整定为某一值 I_{2op} 和 I_{0op}，使 I_{0op} 远大于 I_{2op}。测试时首先短接本侧断路器的位置不对应触点，该触点是作为开入量读入保护的（详见非电量类保护性能测试）。然后施加单相电流(A、B、C 相分别测试)至装置面板指示灯亮。所加电流应为 3 I_{2op}，误差符合技术条件要求。

(2.2) 零序动作电流测试

将负序电流和零序电流整定为某一值 I_{2op} 和 I_{0op}，使 I_{2op} 远大于 I_{0op}。短接本侧断路器的位置不对应触点,然后施加单相电流(A、B、C 相分别测试)至装置面板指示灯亮。所加电流应为 I_{0op}，误差符合技术条件要求。

(2.3) 动作电流测试

仅将非全相 t3 软压板投入，动作电流整定为某一值 I_{op}。

短接本侧断路器的位置不对应触点和非全相启动开入触点。然后施加 A 相(或 B 相、或 C 相)电流至装置面板指示灯亮，即非全相 t3 动作。所加电流应为 I_{op}，误差符合技术条件要求。

(2.4) 延时测试

仅将非全相 t1 软压板投入，延时 t1 整定为某一值。按(2.2)施加单相电流

为 1.2I_{0op}，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

仅将非全相 t2 软压板投入，延时 t2 整定为某一值。短接非全相启动开入触点。再按(2.2)施加单相电流为 1.2I_{0op}，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

仅将非全相 t3 软压板投入，延时 t3 整定为某一值。按(2.3)施加单相电流为 1.2I_{op}，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

3.2.23 失灵启动

(1) 失灵启动定值清单

定值名称	整定范围	备　　注
失灵启动		
负序电流	0.1I_n−4I_n	I_{2op}
零序电流	0.1I_n−4I_n	I_{0op}
动作电流	0.1I_n−10I_n	I_{op}
延时时间 t1	0.1s-10s	
延时时间 t2	0.1s-10s	
以下为保护软压板		
失灵启动 t1 软压板	√：投入　　×：退出	
失灵启动 t2 软压板	√：投入　　×：退出	

(2) 保护性能测试

将失灵启动保护的硬压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1) 负序动作电流测试

将失灵启动 t1 软压板投入,所有延时整定为最小,负序电流和零序电流整定为某一值I_{2op}和I_{0op}，使I_{0op}远大于I_{2op}。首先短接本侧断路器的位置触点和失灵启动开入触点,这两个触点是作为开入量读入保护的 (详见非电量类保护性能测试)，然后施加单相电流(A、B、C 相分别测试)至装置面板指示灯亮。所加电流应为 3I_{2op}，误差符合技术条件要求。

(2.2) 零序动作电流测试

将负序电流和零序电流整定为某一值I_{2op}和I_{0op}，使I_{2op}远大于I_{0op}。首先短接本侧断路器的位置触点和失灵启动开入触点,然后施加单相电流(A、B、C 相分别测试)至装置面板指示灯亮。所加电流应为I_{0op}，误差符合技术条件要求。

(2.3) 动作电流测试

仅将失灵启动 t2 软压板投入，动作电流整定为某一值I_{op}。

首先短接本侧断路器的位置触点和失灵启动开入触点。然后施加 A 相(或 B 相、或 C 相)电流至装置面板指示灯亮。所加电流应为I_{op}，误差符合技术条件要求。

(2.4)延时测试

仅将失灵启动 t1 软压板投入，延时 t1 整定为某一值。再按(2.2)施加单相电流为 1.2I_{0op}，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

仅将失灵启动 t2 软压板投入，延时 t2 整定为某一值。按(2.3)施加单相电流为 1.2I_{op}，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

3.2.24 低压记忆过流保护

(1)低压记忆过流保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
低压记忆过流		
动作电压	50V-100V	U_{op}
动作电流	0.1I_n-10I_n	I_{op}
延时时间	0.1s-10s	
以下为保护投退软压板		
低压记忆过流软压板		√：投入　X：退出

注意：电流记忆时间为 10s。

(2)保护性能测试

将低压记忆过流保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)动作电压

将延时整定为最小，施加 1.2 倍整定值的单相电流(A、B、C 相均可)，按正序关系加入 A、B、C 三相电压值均为 57.7V。

同时降低三相电压至保护出口指示灯亮，此时三相电压值应为低压整定值的 1/1.732；或同时降低 A、B 两相电压至保护出口指示灯亮，此时U_{ab}满足低压条件，且 A、B 相电压值应为低压整定值的 1/1.732；同时降低 A、C 两相电压至保护出口指示灯亮，此时U_{ac}满足低压条件，且 A、C 相电压值应为低压整定值的

1/1.732；同时降低 B、C 两相电压至保护出口指示灯亮，此时U_{bc}满足低压条件，且 B、C 相电压值应为低压整定值的 1/1.732，误差均应符合技术条件要求。

(2.2)动作电流

将延时整定为最小，动作电压整定为非 0 的任意值，施加 A 相电流至装置面板指示灯亮(此时因不加电压,低压条件肯定满足,保护只需加电流即可动作)，所加电流应为动作电流整定值，误差均应符合技术条件要求。退去电流后，经过 10s 后保护返回。

(2.3)延时时间

施加单侧单相电流为差流越限告警电流整定值的 1.2 倍,以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测动作时间, 误差应符合技术条件要求。

3.2.25 负序反时限过流保护

(1)负序反时限过流保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
负序反时限保护		
额定电流	0.1I_n-2I_n	
负序发热常数	1-30	
预告信号启动	0.1I_n-1I_n	
预告信号延时	0.1s-10s	
反时限启动	0.1I_n-1I_n	
反时限延时上限	0.1s-10s	
反时限延时下限	10-1000	
长期运行允许值	0I_n-1I_n	
以下为保护投退软压板		
负序定时限软压板		√：投入　　X：退出
负序反时限软压板		√：投入　　X：退出

(2)负序反时限过流保护性能测试

将负序反时限过流保护的硬压板和软压板投入,其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)预告信号启动值测试

将预告信号延时整定为最小，施加三相负序电流或单相电流至保护出口指示灯亮，则预告信号启动值的整定值与施加值应符合下述关系：

$$I_{2op}=\frac{1}{3}(I_A+I_B+I_C)$$

误差符合技术条件要求。其中I_{2op}为预告信号启动值的整定值，I_A、I_B、I_C为施加量。

(2.2)预告信号延时测试

施加 1.2 倍预告信号启动电流值,用毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，结果应符合技术条件要求。

(2.3)反时限电流启动值测试

将预告信号启动值整定为最大（10A），施加三相负序电流或单相电流至 CPU 板上启动指示灯亮，则所加负序电流应为负序反时限启动值（若按单相测，施加单相值应为整定值的 3 倍），误差符合技术条件要求。

(2.4)反时限延时上限测试

根据保护判据：$t=\frac{A}{(I_2/I_n)^2-I_{2\infty}^2}$

A 为负序发热常数，由发电机厂家提供

I_2为实际加入装置的负序电流

I_n为额定电流

$I_{2\infty}$为发电机长期运行允许负序电流标么值（0.01～0.1）

在 A 值取值范围 1～90 中取值 A=1，施加负序电流（该电流值应使时间计算值小于反时限延时上限整定值），例如施加I_2=10A，使I_2/ I_n=2，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，无论延时计算值多小，所测延时均应为反时限延时上限整定值，误差符合技术条件要求。

(2.5) 反时限延时下限测试

取 A=90，施加负序电流（该电流值应使时间计算值大于反时限延时下限整定值），例如施加I_2=1A，使I_2/ I_n =0.2，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，无论延时计算值多大，所测延时均应为反时限延时下限整定值，误差符合技术条件要求。

(2.6) 反时限特性曲线检查

反时限延时公式为$t=\frac{A}{(I_2/I_n)^2-I_{2\infty}^2}$

取几组 A 值，施加不同的负序电流（所加负序电流应大于反时限启动值），以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，实测延时时间应与计算值一致，误差符合技术条件要求。

(2.7) 正序电流影响检查

施加三相 2 倍正序电流，保护应不动作。

3.2.26 发电机对称过负荷保护

(1)发电机对称过负荷保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
发电机对称过负荷保护		
额定电流	0.1 I_n-2 I_n	
过负荷常数 K	1-100	
预告信号启动	1.0 I_n-2 I_n	
预告信号延时	0.1s-10s	
反时限启动	1.1 I_n-2 I_n	
反时限延时上限	0.1s-10s	
反时限延时下限	10s-1000s	
散热常数α	0.0-0.10	
以下为保护投退软压板		
过负荷定时限软压板		√：投入　X：退出
过负荷反时限软压板		√：投入　X：退出

(2)发电机对称过负荷保护性能测试

将发电机对称过负荷保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)预告信号启动值测试

将预告信号延时整定为最小，加单相电流(A、B、C 相分别测试)至保护出口指示灯亮，所加电流值应为预告信号启动值，误差符合技术条件要求

(2.2)预告信号延时测试

施加 1.2 倍动作电流，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

(2.3)反时限电流启动值测试

将预告信号启动值整定为最大（10A），施加单相电流(A、B、C 相分别测试)至面板上启动指示灯亮，则所加电流应为反时限启动值，误差符合技术条件要求。

(2.4)反时限延时上限测试

反时限延时计算公式 $t = \frac{K}{(I/In)^2 - (\alpha + 1)}$

K 为热容常数，由机组厂家提供。

I 为实际加入装置的正序电流

I_n 为额定电流

α 为散热常数，与定子绕组温升特性和温度裕度有关。

在 K 值取值范围 1～90 中取最小值 K=1，施加单相电流（该电流值应使时间计算值小于反时限延时上限整定值），以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，无论延时计算值多小，所测延时均应为反时限延时上限整定值，误差符合技术条件要求。

(2.5) 反时限延时下限测试

取 A=90，施加单相电流（该电流值应使时间计算值大于反时限延时下限整定值），以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，无论延时计算值多大，所测延时均应为反时限延时下限整定值，误差符合技术条件要求。

(2.6) 反时限特性曲线检查

取几组不同的 K 值，分别施加单相电流（所加电流应大于反时限启动值），以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，实测延时时间应与计算值一致，误差符合技术条件要求。

3.2.27 发电机低频累加保护

(1)发电机低频累加保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备 注
发电机低频累加保护		
频率 1 段	47.0 H_z-49.8 H_z	
频率 2 段	46.0 H_z-49.0 H_z	
频率 3 段	45.0 H_z-47.0 H_z	
频率 4 段	44.0 H_z-46.0 H_z	
1 段累计时间	60s-3600s	
2 段累计时间	60s-1000s	
3 段累计时间	10s-1000s	
延时时间 t1	0.5s-50.0s	
延时时间 t2	0.5s-50.0s	
延时时间 t3	0.5s-50.0s	
延时时间 t4	0.5s-50.0s	
累计时间清零	0-1	
低电压闭锁	50.0V-100.0V	
以下为保护投退软压板		
频率 1 段软压板		√：投入 X：退出

频率 2 段软压板		√：投入　X：退出
频率 3 段软压板		√：投入　X：退出
频率 4 段软压板		√：投入　X：退出

(2)发电机低频累加保护性能测试

将发电机低频累加保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)低频保护测试

将低电压闭锁定值整定为最小（0V），低频累加清零整定为 1，四段频率分别整定为某一值，注意必须满足 f1>f2>f3>f4。

将 II、III 段累加时间及延时 t2、t3、t4 整定为最小，I 段累加时间及延时 t1 整定得稍大于其他时间（例如 5s），施加电压U_a、U_b，改变其频率使其满足 f1>f>f2,延时(5s)到时，信号及跳闸出口指示灯均点亮，此时查看实时参数显示，频率及累加时间应与实际相符（即只有 I 段有累加时间，其他各段累加时间均为零），误差符合技术条件要求；改变频率，以相同方式对其他各频率段进行测试，结果均应满足技术条件要求（注意当 f< f4 时，延时 t4 满足条件后，只有跳闸出口指示灯点亮）。

(2.2)累加时间及延时测试

操作同（2.1），以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

(2.3)低电压闭锁测试

将低电压闭锁值整定为某一值，施加电压U_{ab}，使其小于低电压闭锁定值，改变频率，无论频率处于哪一频率段，保护均不会出口。

(2.4)低频累加清零定值说明：

定值清单中的低频累加清零置为 0 时，则累加时间不计时；置为 1 时，累加时间开始计时。每次试验前，先将该值置为 0，使累加时间清零(注意：必须是将累加清零定值由 1 修改为 0 才可以清掉累加时间)，然后置为 1 进行测试；装置投运前先将累加时间清零，投入运行后必须将其置为 1。

3.2.28 发电机突加电压保护

(1)发电机突加电压保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
发电机突加电压保护		
最小动作电流	0.1I_n-10I_n	

动作阻抗	0.2Ω-60.0Ω	
动作电阻	0.2Ω-60.0Ω	
阻抗保持时间	0.1s-10.0s	
短路器保持时间	0.1s-10.0s	
TV 断线闭锁投退	0-1	1：投入　0：退出
以下为保护投退软压板		
突加电压保护软压板		√：投入　X：退出

(2)发电机突加电压保护性能测试

将发电机突加电压保护的硬压板和软压板投入,其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)最小动作电流测试

施加单相电流(A、B、C 相分别测试)至保护出口指示灯亮，所加电流值应为最小动作电流，误差符合技术条件要求

(2.2)动作阻抗测试

将动作阻抗整定为某一值, 最小动作电流整定为最大，保证保护不会满足过流条件（即防止因过流条件满足，保护出口，从而保证下面的保护出口是因为电抗条件满足），施加试验电压量U_a，试验电流量I_a，相位相差 180°，使I_a值大于启动电流值(装置内部固定为 0.06 倍额定电流),改变电流至面板指示灯亮,记录此时施加电流值,计算阻抗值,应与整定值相符,误差符合技术条件要求。

(2.3)动作电阻测试

将动作电阻整定为某一值,，用（2.2）方法施加试验电压量U_a，试验电流量I_a，相位相同，改变电流至面板指示灯亮,记录此时施加电流值,计算电抗值,应与整定值相符,误差符合技术条件要求。

(2.4) 阻抗保持时间测试

将动作电抗整定为某一值,施加试验电压量U_a，试验电流量I_a，使保护可靠动作，撤去施加的电流电压量，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测保护返回时间，此时间即为阻抗保持时间，误差符合技术条件要求。如果现场没有测试设备，可以将延时整定为一个较长的时间，用秒表读时间。

(2.5)励磁开关开入闭锁测试

将励磁开关开入量开入，按照（2.1）施加电流，保护不会动作。

(2.6)断路器保持时间试验

将断路器保持时间整定为某一值，施加电流和电压，使过流条件和阻抗条件都满足，保护可靠动作。将断路器开入量开入，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测保护返回时间，此时间即为断路器保持时间，误差符合技术条件

要求。如果现场没有测试设备，可以将延时整定为一个较长的时间，用秒表读时间。

(2.7)TV 断线闭锁试验

将 TV 断线闭锁整定为 1，按照 TV 断线的测试方法，使 TV 断线保护动作，用（2.2）的测试方法施加电流电压量，使突加电压保护的阻抗动作条件满足，此时突加电压保护不应动作。由于从面板指示灯上无法看出突加电压保护是否动作，可以通过测量突加电压信号接点的方法判断突加电压保护是否动作。将 TV 断线闭锁整定为 0，重复上面的试验，突加电压保护应该可靠动作。

3.2.29 发电机起停机定子接地保护

(1)发电机起停机定子接地保护定值清单

定 值 名 称	整定范围	备　　注
发电机起停定子接地机保护		
动作电压	5.0V-30.0V	
延时时间	0.1s-10.0s	
以下为保护投退软压板		
起停机定子接地软压板		√：投入　X：退出

(2)发电机起停机定子接地保护性能测试

将发电机起停机定子接地保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

(2.1)动作电压测试

施加零序电压保护出口指示灯亮，所加电压值应为动作电压整定值，误差符合技术条件要求。将断路器辅助接点开入保护，施加大于动作电压的零序电压，保护不应动作。

(2.2)延时时间测试

施加电压大于动作电压整定值，以毫秒计(或微机测试仪的时间测试功能)测延时，误差符合技术条件要求。

3.2.30 TV 断线判别

(1)判据 1：电压平衡式 TV 断线判别

TV 断线保护定值清单

定值名称	整定范围	备　　注
TV 断线保护		
动作电压	5.0V-50.0V	

以下为保护投退软压板		
TV 断线保护软压板		√：投入　X：退出

判据 1 测试

将 TV 断线保护的硬压板和软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

动作电压测试

将动作电压整定为某一值。在任意一组 TV 上施加 A、B 两相电压，相位相差 180°，增加其中一相或同时增加两相电压至保护出口指示灯亮，所加电压应为动作电压整定值，误差应满足技术条件要求。当在 TV1 上施加电压时，动作报告显示 TV2 断线，在 TV2 上施加电压时，动作报告则显示 TV1 断线。以相同的方法分别在 TV1 和 TV2 的 Uab、Ubc、Uca 上施加电压，误差均应满足技术条件要求。

(2) 判据 2：

a. $\left||\dot{U}_{ab}|-|\dot{U}_{bc}|\right| \ge 18V$ 或 $\left||\dot{U}_{bc}|-|\dot{U}_{ca}|\right| \ge 18V$ 或 $\left||\dot{U}_{ca}|-|\dot{U}_{ab}|\right| \ge 18V$，且三相电流都小于闭锁电流；(单相、两相断线)

b. 三相电压小于 8V，任一相电流大于 0.06 倍额定电流，且三相电流都小于闭锁电流；（三相断线）

注意:此判据中的额定电流是一次额定电流经 TA 折算到二次侧的二次额定电流；闭锁电流的设置是为了防止短路故障时 TV 断线误动，故按 1.05～1.2 倍额定电流整定。

满足上述任一条件后延时 80ms 发 TV 断线信号。

定值清单：

定值名称	整定范围	备　　注
TV 断线		
额定电流	0.1 I_n-1.2 I_n	
闭锁电流	0.2 I_n−1.5 I_n	
以下为保护投退软压板		
TV 断线保护投退		√：投入　X：退出

判据 2 测试

将 TV 断线软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

施加 A 相、B 相、C 相电流均小于闭锁电流，然后施加任一线电压至装置面板指示灯亮，所加线电压的幅值应为 18V，误差符合技术条件要求。

施加 A 相(或 B 相、C 相)电流大于 0.06 倍额定电流，且三相电流都小于闭锁电流，然后施加三相电压大于 10V，逐渐减小电压值至保护出口指示灯亮，此时电压值应为 8V，误差符合技术条件要求。

(3) 判据 3：

a. $||\dot{U}_a+\dot{U}_b+\dot{U}_c|-|K*3\dot{U}_0||>18V$； （单相、两相断线）

b. 三相电压小于 8V，任一相电流大于 0.06 倍额定电流，且三相电流都小于闭锁电流。 （三相断线）。额定电流和闭锁电流的含义同判据 2。

满足上述任一条件后延时 80ms 发 TV 断线信号。

定值清单：

定值名称	整定范围	备 注
TV 断线		
额定电流	$0.1I_n$-$1.2I_n$	
闭锁电流	$0.2I_n$-$1.5I_n$	
接地系数	0-1	1:接地 0：不接地
以下为保护投退软压板		
TV 断线保护投退		√：投入 X：退出

说明：

接地系数为 1 时，判据$||\dot{U}_a+\dot{U}_b+\dot{U}_c|-|K*3\dot{U}_0||>18V$中的 K 值为 $1/\sqrt{3}$，

接地系数为 0 时，判据$||\dot{U}_a+\dot{U}_b+\dot{U}_c|-|K*3\dot{U}_0||>18V$中的 K 值为 $\sqrt{3}$。

判据 3 测试

将 TV 断线软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出。

施加 A 相(或 B 相、C 相)电压至装置面板指示灯亮,所加电压值应为 18V，误差符合技术条件要求。

施加3U0电压至装置面板指示灯亮,接地系数为1时,所加电压值应为31.2V，接地系数为 0 时，所加电压值应为 10.4V，误差符合技术条件要求。

施加 A 相(或 B 相、C 相)电流大于 0.06 倍额定电流且三相电流都小于闭锁电流,施加三相电压大于 10V，逐渐减小电压值至保护出口指示灯亮，此时电压值应为 8V，误差符合技术条件要求。

(4) 判据 4：

a. 负序电压大于 8V；

b. 正序电压小于 30V，任一相电流大于 0.06 倍额定电流。

满足上述任一条件后延时 10s 发 TV 断线信号。

判据 4 测试

将 TV 断线软压板投入，其他所有保护的硬压板和软压板均退出

在保护配置侧施加任一相电压值大于 24V，10s 后保护出口指示灯应点亮；或施加 A 相(或 B 相、C 相)电流大于 0.06 倍额定电流，且加入任一相电压，其值低

于 30V，10s 后保护出口指示灯应点亮。

3.2.31 其他保护性能测试

其他单量保护(如过流、过负荷、零序过流、风冷启动、有载调压闭锁等保护)测试时，投入相应的软压板和硬压板，施加相应激励量至装置面板指示灯亮，施加值即为动作值，误差均应满足技术条件要求。

注意:有载调压闭锁保护启动中间转换继电器,由中间转换继电器输出一副动断触点,保护动作后,该触点应处于断开状态。

在施加 1.2 倍激励量（欠量保护施加 0.8 倍激励量）的条件下测延时，均应满足技术条件要求。

3.2.32 非电量类保护性能测试

接入非电量保护电源(根据具体工程选择相对应的电压规格:220V 或 110V)，用短接线短接相应非电量保护开入接点，则面板指示灯亮，同时打印机打出正确的保护动作报告。

在所有保护性能测试完毕后，将定值恢复成定值通知单所列内容。

4 运行维护

本章仅是针对微机保护的特点提出的基本要求,用户可根据自己的实际情况和经验，制订出运行维护规程。

4.1 继保人员要求

- 必须熟悉保护及二次回路接线;
- 必须能熟练操作保护装置，熟悉保护各种输出信息;
- 必须熟知每个保护的判据和现有定值;
- 必须知道装置故障的一般维修方法;
- 掌握装置的正常维护要点。

4.2 运行人员要求

- 熟悉保护装置回路接线;
- 熟悉保护面板各指示灯意义;
- 能操作保护出口回路压板，动作信息的复归;
- 管理好打印机和打印报告，防止其卡纸和报告丢失，熟悉打印信息;
- 了解保护装置现有定值;
- 熟悉保护装置的运行环境要求。

4.3 装置的投运

4.3.1 投运前装置的设置、检查

a. 校时

具体操作见 2.3.7 条中的“时钟”项，也可在综合自动化环境下实现远方系统校时。

b. 定值检查

打印一份各模块的保护定值清单，核对无误后，存档。

c. 二次操作回路检查

该项检查利用实际断路器作传动实验。将屏上有关压板投入，屏端子排至断路器的操作电缆全部恢复正常，逐一对作用于跳闸的保护进行手动试验（详细操作见 2.3.4 条中的“1.按保护传动”项），对应的断路器应能正确跳开，操作回路指示灯指示正确；合上开关后，指示灯正确转换。在综合自动化环境下，通过遥控应能对各断路器进行跳合操作，对应于各种操作，后台屏幕显示应正确。若有异常，应仔细检查操作回路及操作电缆，确保投运前回路无错。

d. 模块号检查

装置出厂前模块号已正确设置，用户一般不宜修改。

e. 综自系统子站地址检查

保护与综合自动化监控系统配合时，投运前应检查通信子地址的设置是否正确。每套保护在管理机中设置子地址号码（详细操作见 2.3.7 条中的“4.通讯”项），该号码应与监控系统所管理的其他子系统号码无重复，否则与监控系统无法通信。

4.3.2 投入运行

a. 三相电压、电流相序及相位检查

系统工频电压、电流加入保护屏后，在负荷小于 30%时，对所有加入保护屏的三相电流、电压进行相序及相位检查。

利用管理机的实时参数显示命令或打印实时参数命令，分别对各侧保护的电流、电压进行检查，同侧 Ua、Ub、Uc 间角度差应为 120°，且 Ua 超前 Ub， Ub 超前 Uc，符合正序关系；同侧 I_a、I_b、I_c 间角度差应为 120°，且 I_a 超前 I_b， I_b 超前 I_c，符合正序关系；各相电压、电流采样幅值乘以电压、电流互感器的变比与一次表计应一致；同名相电压、电流相差的角度应与系统功率因数角一致。如有不符，应仔细检查二次 TA、TV 极性有无接错以及从端子箱到屏端子排的二次电缆有无接错。

b. 差动保护差流检查

系统工频电压、电流加入保护屏后，通过管理机选择实时参数显示或打印实时参数，差动保护差流值小于 3%I_n（I_n 为二次额定电流值）为正常，若差流值过大，应仔细检查回路及各侧平衡系数是否设置正确，如有问题应立即解决。

注意：对于调压变压器，变压器差动或发变组差动的差流应该在额定抽头下检查。

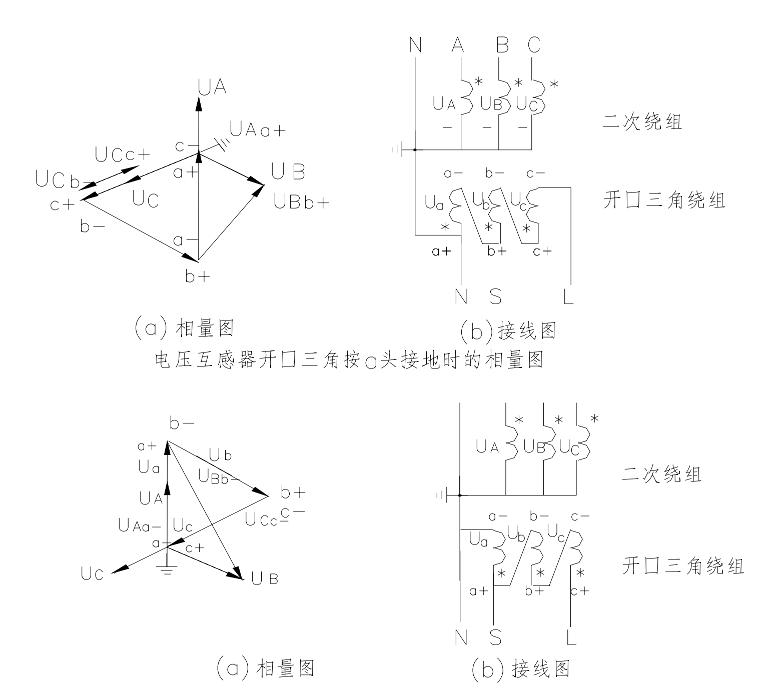
c. 对电压互感器开口三角的 L、N 线的校核

零序方向保护在系统发生接地短路时是否正确动作，还决定于电压互感器开口三角的接线是否符合保护装置的极性要求。对于 WFB-800 系列保护装置，U1 端子总是要求接入开口三角的极性端，U_n 端子总是要求接入开口三角的非极性端，而与电压互感器开口三角哪端接地无关。

用户应根据有关规程或试验方法确定开口三角 N（接地线）是极性端，还是非极性端。

d. 通过开口三角试验电压确定 3U0 极性的正确性

对于新建的变电所的电压互感器的极性校验，可在户外电压互感器端子箱



和保护屏端子排处分别进行，测定二次绕组和开口三角绕组的各同名相之间电压，如开口三角 a 头接地（头指“*”侧，尾指非“*”侧），则极性正确时所测电压值（当电压互感器二次和开口三角电压分别为 57.7V 和 100V 时）为：

$$U_{Aa+} = 57.7V$$

$$U_{Bb+} = 86.4V$$

$$U_{Cc+} = 42.3V$$

若开口三角按 a 尾接地方式引出，极性正确时所测得电压值为：

$$U_{Aa-} = 57.7V$$

$$U_{Bb-} = 138.2V$$

$$U_{Cc-} = 157.7V$$

两种情况接线及相量图如下：

利用开口三角试验电压的方法是在电压互感器端子箱处，首先查清楚 N 为接地端，然后在引出处断开“L”，而与“S”相连，即对外输出 S-N 电压，一直通过电缆及有关的中转屏，把电压互感器的 S-N 电压加到微机装置的 3U0 线圈上。若电压互感器开口三角按 a 头接地接线（见上图），则装置感受到的零序电压为：

$$3U_0 = U_a = \sqrt{3}U_A = 100V$$

此时用打印实时参数命令打印出采样报告，3U0 应与 UA 相位一致，幅值相差 1.732 倍（屏的零序 U1 端子(3U0 极性端)与 Ua、 Ub、 Uc、 U_n 中的 U_n 端子短接）。

若电压互感器开口三角按 a 尾接地接线（见上图），则装置感受到的零序电压为：

$$3U_0 = U_a = \sqrt{3}U_A = 100V$$

此时用打印实时参数命令打印出采样报告，3U0 应与 UA 相位一致，幅值相差 1.732 倍（屏的零序 U_n 端子（3U0 非极性端）与 Ua、 Ub、 Uc、 U_n 中的 U_n 端子短接）。

以上检查均无问题后，装置进入正式运行状态。

4.4 装置的运行

4.4.1 装置正常运行信号

保护装置的运行指示灯(绿灯)有规律闪动(闪动频率约为 5Hz)，管理机液晶显示内容正确，无任何告警灯信息，电源插件上+5V，±15V 及+24V 指示灯指示正常。

4.4.2 保护动作信号及报告

每次保护动作，无论是否跳闸，均有信号指示，同时打印一份动作报告，在装置面板上相应的指示灯点亮，该指示灯一直保持点亮，直至信号被复归。

4.4.3 定期打印检查

定期打印各 CPU 的采样报告及定值清单以便及时发现问题并更正。

4.5 其他注意项

a. 运行中不允许修改定值，按规定在修改定值时要先断开跳闸压板，输入固化定值后要等核对正确并恢复正常运行时，重新投入跳闸压板；

b. 保护全停，要先断开跳闸压板，再停直流电源，不允许用仅停直流的方法代替；

c. 运行人员不允许不按规定操作程序随意按动装置插件上的键盘、开关。

4.6 检修基本要求

4.6.1 检修时间

在装置无故障情况下，建议六年免检修，每两年可作一次小修。

4.6.2 小修内容

1）检查电源

从电源端子上测量电源各个等级的电压，应符合技术条件中所给误差要求，对不合格电源应及时更换。

2）输入通道检查

详细操作见 2.3.7 条中的“5.通道”项。**用户一般不宜修改此项内容。**

3）检查定值

打印定值清单，检查整定是否有误，必要时可对保护性能进行测试。

4）出口检测

详细操作见 2.3.4 条中的“2.按通道传动”项。

5）插件完好性检查

应保证各插件无损坏现象。

6）校正时钟

详细操作见 2.3.7 条中的“2.时钟”项。

4.6.3 大检修基本内容

1）清洁处理

尤其对环境较差的场合，必须对机柜和插件内的污染进行清洁，以防爬电、短路等不良现象出现。注意对落灰不能用任何溶剂进行清洗。应先用电吹机进行吹灰，然后用软毛刷轻刷，再吹净。

对机柜内背板插座、端子只可用电吹风机吹，不能用任何物体碰触，注意应在插件拔出状态下从后向前从上向下吹，以免灰尘落入插座针孔内引起接触不良。

对柜子其它部位吹灰应先进行，对机箱吹灰应放最后。

2）检查端子

用电讯镙刀对各端子螺丝全部拧一遍，注意用力必须适中，过大会压断接线。用手轻拉小线应无松脱现象。用梅花镙刀对屏后竖排接线端子全部拧紧一遍。

3）保护静态测试。（详细操作见 3.保护性能测试）

4）小修中各项试验

5）保护联动试验

检查与保护装置接口的外围回路是否正确。

4.7 保护动作后处理

1）收集和保存动作打印报告

保护动作后，打印机自动记录打印动作报告 ，记录动作类型、动作时间及动作参数。请保存好动作报告。

2）复归信号

手动复归信号，可按装置面板上的复归按钮，复位该装置的信号指示灯。

3）若怀疑是不正确动作时,在复位前应作更多处理(保护正确动作时此项可省)

a. 按表计监视该 CPU 提供观察的有关参数，并作记录；

b. 随机打印一次实时运行参数；

c. 该 CPU 复位一次后重复以上两项。

4）集中所有报告、记录，分析动作原因。

5）立即通知厂家并将报告记录传真至厂家进行分析。

即使是正确动作也应及时通知制造厂，使制造厂能掌握保护装置的运行资料。若遇误动或拒动，运行单位应立即与制造厂取得联系，并把尽可能多的资料返回制造厂，以便一起分析处理。

注意：保护动作后，需用户告诉厂家的内容有：1.动作报告；2.定值清单；3.有关的 TA.TV 参数；4.故障前系统运行状况。

6）双方确认后作出结论上报。

4.8 装置异常及紧急处理

在长期的运行中，由于受环境的影响或者因元器件寿命的分散性造成装置硬件故障，这时装置会自检出故障，同时自动发出装置故障信号；或出现运行指示灯不正常、显示器不正常等现象，此时应作以下紧急处理：

• 退出有关保护的出口压板；

• 保留全部打印数据，记录有关现象；

• 查看自检是否正常，若不正常则可判断为 CPU 插件故障；

• 若非 CPU 故障则可根据打印信息判断故障插件；

• 确认打印机无输出后关机，根据判断用备用插件替换故障插件；

• 若还有同样故障则应检查与该插件有联系的接线和端子；

• 迅速处理故障插件。在适当的时候换回测试，确认已恢复正常使用，以保持良好的备用工作状态；

• 若遇交流插件、出口插件故障，或其它无法排除的故障，应及时与厂方联系；

• 遇任何非预期现象时，在确认无报告输出后应及时复位一次，然后再处理；

• 若打印机异常，而微机保护装置无异常时，不必停用保护装置，只需对打印机作适当处理。

5 装置故障维修指南

此指南只为处理简单故障及修复硬件作指导性参考，详细说明了在更换插件过程中必须注意的事项。根据经验积累可补充新的内容。

需要强调的是在维修过程中用户千万不能随意改动插件电路和背板配线走线，否则后果自负。

装置常见故障及维修方法如下：

5.1 电源损坏

电源是装置薄弱环节，正常时分别输出 5V、±15V、24V 电压源，各相应指示灯正常发光，各级电压应在额定误差范围内。

电源损坏后将引起装置运行不正常，这时有信号输出以便及时检修。当 CPU 正常时，5V 电压越限或 15V 电压消失均会通过自检而报警。当整个电源或任一付电压失去时，电源监视继电器的动断接点输出电源故障报警信号，同时，相应指示灯将出现异常现象。

电源故障最直接的方法就是更换电源。电源部件不宜长期储备，建议每 4～6 年购置一次电源备件。如果平时发现电源损坏应立即更换并重购备件或修理。

5.2 微机系统插件故障

装置的自检功能能及时查出主要芯片及其相关电路的功能故障，从而及时发出报警信号并打印故障信息，其打印的信息一般将故障部位定位于插件。可根据相关信息直接更换插件，然后检查、排除故障。

各插件更换时的注意事项如下：

a. CPU 插件

更换此插件时应注意：更换完毕重新上电后要设置模块号。

b. 其它微机部分插件

主要注意有无连接插片，若有则应按换下插件要求进行选择连接。

c. 交流插件

更换此插件时应注意插件中的小 TA，小 TV 数量，位置是否正确，小 TA 所用电阻是否与原来一致。更换后应检查所有通道的增益与平衡关系是否有变。

5.3 开关器件接触不良

开关使用次数多后如果发现接触不良现象，若不需更改定值则可在检修时更换，不影响保护正常运行。

5.4 装置接线松动

由于长期振动，或由于检修时不慎，可能发生接线端子接触不良。接线松动表现为某些现象或信号时隐时现，尤其受强烈振动时更会出现接触不良现象。严重情况下会引起差动等保护误动。

为避免此现象发生，应在每次大检修时将各个端子配线紧固一次。紧固用力不应太大，避免压伤导线，而且应注意多线同孔时孔中的几根线受力要均匀。

5.5 打印机卡纸或字迹模糊

调整打印机装纸机构，重新装纸。字迹淡即需要更换色带。打开打印机防尘盖，换上新色带(盒)。请注意带盒要压到位，色带要嵌到位。